

Desain Prototipe *Handwell Universal Tool Grinding Machine* Menggunakan Konsep Manufaktur Teknologi 3D Printer

Roberth Marshall Ratlalan¹

¹Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng,
Kab. Bantaeng, Sulawesi Selatan, Indonesia
email roberthmratlalan@gmail.com

Abstract : *The presence of the manufacturing world has brought a huge change in the advancement of science and technology in the industry which is currently growing rapidly, especially in the field of industrial automation which in its philosophy completes every task by playing a very important role in product development, prototyping, and manufacturing process. The purpose of this research is how to get a good and optimal process parameter setting in producing a product using manufacturing technology by looking at the accuracy of the product dimensions. So the method used in this research is the concept of Additive Manufacturing 3D printing as a fused deposition modeling (FDM) fabrication process whose work system forms objects with the addition of layered materials. The results of the manufacturing process using a 3D printer produce objects that match the design results from the software and are also obtained from the results of setting the 3D printer parameters during the proper slicing process, such as setting material temperature, support, printer speed, fan speed, layer thickness (quality), wall thickness (Shell), Infill (filler) and others - others.*

Keywords: *Prototype Design, 3D Printer, Manufacturing Process*

Abstrak : *Hadirnya dunia manufaktur membawa dampak perubahan yang sangat besar terhadap kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di industri yang saat ini berkembang dengan cepat terutama di bidang otomasi industri yang dalam filosofinya menyelesaikan setiap tugas dengan memainkan peran yang sangat penting dalam pengembangan produk, pembuatan prototipe, dan proses manufaktur. Tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana mendapatkan setting parameter proses yang baik dan optimal dalam menghasilkan suatu produk menggunakan teknologi manufaktur dengan melihat pada akurasi dimensi produk. Sehingga metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsep Additive Manufacturing 3D printing sebagai suatu proses fabrikasi *fused deposition modelling* (FDM) yang sistem kerjanya membentuk benda dengan penambahan bahan berlapis. Hasil proses manufaktur menggunakan 3D printer menghasilkan benda yang sesuai dengan hasil desain dari software dan juga diperoleh dari hasil pengaturan parameter – parameter 3D printer pada saat proses slicing yang tepat, seperti pengaturan temperatur material, support, kecepatan printer, kecepatan kipas, tebal lapisan (quality), tebal dinding (Shell), Infill (Pengisi) dan lain – lain.*

Kata Kunci : *Desain Prototipe, 3D Printer, Proses Manufaktur*

I. PENDAHULUAN

Industri manufaktur, desain suatu produk menjadi bagian yang begitu penting dengan ketatnya persaingan dan percepatan setiap inovasi-inovasi yang dihasilkan untuk mendapat pasar penjualan. Beberapa industri manufaktur yang notabene dalam melakukan pengembangan produk, dimana setiap konsep produk diterjemahkan dari setiap gambar teknik yang menghasilkan produk fisik. Pembuatan setiap produk pertama atau *prototype* dinamakan *prototyping* merupakan makna terakhir dalam setiap verifikasi bentuk, kesesuaian, dan fungsi dari suatu produk.

3D printing merupakan suatu terobosan baru terutama dikalangan akademisi dan industri. Teknologi mesin cetak yang menghasilkan atau memproduksi dan merancang struktur yang canggih dalam suatu kesatuan. 3D printing adalah suatu proses fabrikasi *Fused Deposition Modelling* (FDM) yang sistem kerjanya membentuk benda dengan penambahan bahan berlapis. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi 3D printing telah mengalami peningkatan signifikan yang dalam kontribusinya mengenai kualitas cetak dan biaya dalam prosedur pembuatan prototipe cepat. Rapid *prototype* seperti 3D printing merupakan alat yang efektif dalam pengembangan produk dan sangat digemari karena untuk pembuatan *prototype* yang biasanya membutuhkan waktu yang cukup lama yang kemudian

dapat dibuat dalam kurun waktu yang lebih singkat. Hal ini justru berpengaruh pada biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk yang baik [1].

Proses *rapid prototyping* dimulai dengan membuat desain model 3D menggunakan beberapa software yang umumnya digunakan seperti Solidworks, Autocad, Sketchup dan sebagainya. Desain yang sudah dikatakan valid akan disesuaikan pada ruang pembuatan (part orientation). Konsep dari *rapid prototyping* adalah membagi objek dengan ketebalan yang sesuai dengan penampang dari objek tersebut. Kemudian alat 3D printing merancang atau membuat desain menjadi bentuk tiga dimensi dengan menambahkan bahan atau material pada setiap pembagian penampang objek. Pada permukaan benda tergantung pada setiap ketebalan lapisan dari alat 3D printing dimana semakin kecil tebal lapisan maka kualitas permukaan semakin bagus.

Penelitian sebelumnya dijelaskan pengaruh parameter infill terhadap kuat tarik pada produk 3D printing menggunakan filamen ABS [2-5]. Dalam penelitian tersebut zona infill dilakukan modifikasi. Parameter yang dievaluasi dalam penelitian ini adalah parameter kepadatan (density) dan pola infill (infill pattern). Pada parameter proses infill density diterapkan tiga level untuk dievaluasi yaitu 20%, 50%, dan 100%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kepadatan yang sama, pola sarang lebah (honeycomb) memiliki kekuatan tarik yang lebih baik, walaupun perbedaan antar parameter pola kurang dari 5%.

Berdasarkan latar belakang penulis membuat atau merancang suatu konsep desain prototype dari handwell mesin grinding menggunakan 3D printing PRUSA yang dimana alat ini berfungsi mencetak produk 3 dimensi yang berasal dari desain CAD menggunakan aplikasi inventor 2020 dengan menggunakan bahan filamen PLA sehingga hasil proses manufaktur menggunakan 3D printer menghasilkan benda yang sesuai dengan hasil desain dari software dan juga diperoleh dari hasil pengaturan parameter – parameter 3D printer pada saat proses slicing guna membantu pekerjaan project seperti penelitian maupun benda lainnya yang dalam hal ini diperhatikan dalam pencetakan produk.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan alat dan bahan sebagai penunjang untuk berlangsungnya penelitian dengan lokasi penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Desain Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng. Spesifikasi Alat dan bahan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

A. Spesifikasi Alat

Adapun spesifikasi Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

1. Software Autodesk Inventor 2020.

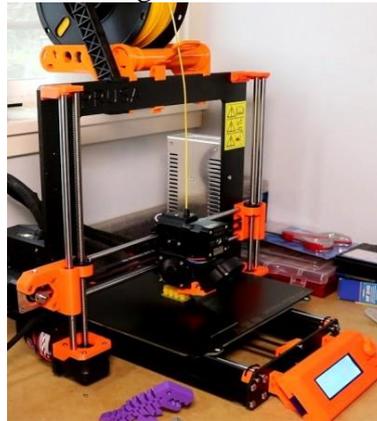
Autodesk Inventor merupakan salah satu perangkat lunak CAD yang diproduksi oleh Autodesk Inc dari Amerika Serikat, perusahaan yang juga memproduksi software AutoCAD. Autodesk Inventor merupakan program CAD yang dirancang khusus untuk keperluan bidang teknik seperti desain produk, desain mesin, desain mold, desain konstruksi, atau keperluan teknik lainnya. Autodesk Inventor adalah program pemodelan solid berbasis fitur parametrik, artinya semua objek dan hubungan antar geometri dapat dimodifikasi kembali meski geometrinya sudah jadi, tanpa perlu mengulang lagi dari awal. Berikut merupakan tampilan software Autodesk inventor 2020 :



Gambar 1. Tampilan Autodesk Inventor 2020

2. 3D Printer PRUSA

3D Printing merupakan salah satu bagian dari *additive manufacturing*. Mesin 3D printer merupakan alat untuk membuat benda tiga dimensi dari file digital. Penciptaan objek cetak 3D dicapai menggunakan proses aditif. Dalam proses pembuatan secara aditif, sebuah objek dibuat dengan meletakkan lapisan tipis secara berurutan sampai objek terbentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Masing-masing lapisan ini dapat dilihat sebagai potongan melintang horizontal yang diiris tipis tipis dari objek yang akhirnya membentuk suatu benda 3 dimensi. Printer Prusa adalah sebuah mesin pencetak tiga dimensi pemodelan deposisi menyatu dengan kode sumber terbuka. Berikut merupakan gambar 3D printer prusa yang digunakan sebagai berikut :



Gambar 2. 3D Printer PRUSA

Spesifikasi dari 3D Printer Prusa yang digunakan pada Laboratorium Desain Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng dapat dilihat pada tabel 1. berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Alat 3D Printer PRUSA i3

Material	
Material	HIPS, PLA
Material System	Open Material System
Build Size (XYZ)	
Print Size Metric	250 x 210 x 200 mm
Print Size Imperial	9.8 x 8.3 x 8 inches
Properties	
Diameter	1.75 mm
Layer Thickness	50 Microns
XYZ accuracy	10 x 10 x 5 Microns
Closed Print Chamber	No, an open structure
Feeder System	Direct
Extruder	Single
Print Bed Details	PEI
Bed Leveling	Fully Automatic
Display	LCD
Connectivity	SD, USB Cable
Requiremen	
Operating System	Linux, Mac OS X, Windows
Slicing	Cura, KISSlicer, Simplify3D, Slic3r
Dimensions (XYZ) & Weight	
Dimensions metric	419 x 381 x 419 mm
Dimensions Imperial	16.5 x 15 x 16.5 Inches
Weight Metric	6.35 Kg
Weight Imperial	14 ounds

3. Jangka Sorong

Jangka sorong merupakan alat ukur yang mampu mengukur jarak, kedalaman, maupun diameter dalam suatu objek dengan tingkat akurasi dan presisi yang sangat baik ($\pm 0,05$ mm). Yang dimana hasil pengukuran dari ketiga fungsi alat tersebut dibaca dengan cara yang sama. Alat ini dipakai secara luas pada berbagai bidang teknik, mulai dari proses desain atau perancangan, manufaktur atau pembuatan, hingga pengecekan akhir produk. Berikut merupakan alat jangka sorong yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. Alat Ukur Jangka Sorong

4. Water Pass

Waterpass adalah sebuah alat ukur yang digunakan untuk menentukan apakah suatu benda sudah sejajar dengan lainnya. Baik garis secara vertikal ataupun horizontal, alat ini dapat mempermudah Anda untuk mengukur. Berikut merupakan Water pass yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Water Pass

B. Spesifikasi Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Polylactid Acid (PLA) yang merupakan material filament terbuat dari bahan dasar biji jagung yang diekstraksi dan dimurnikan, sehingga membuat material ini lebih ramah lingkungan. Selain itu, ketika proses print berlangsung, PLA tidak menghasilkan bau menyengat saat dilelehkan sehingga tidak mengganggu pernapasan. Hasil print lebih halus dan minim wiredrawing, serta kemungkinan resiko retak pada hasil cetak lebih minim dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Bahan Filament PLA

Untuk jenis bahan Filament PLA yang digunakan pada Laboratorium Desain Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Bahan Filament PLA

Filament Diameter	1,75 mm
Spool N.W	1,0 Kg
Print Temp	190 – 220 °C
Hot Bed Temp	0 / (60 – 80)° C
Print Speed	30 – 100 mm/s
Move Speed	90 – 150 mm/s

C. Prosedur Penelitian

Proses desain dan manufaktur *handwell universal tool grinding machine* dapat dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

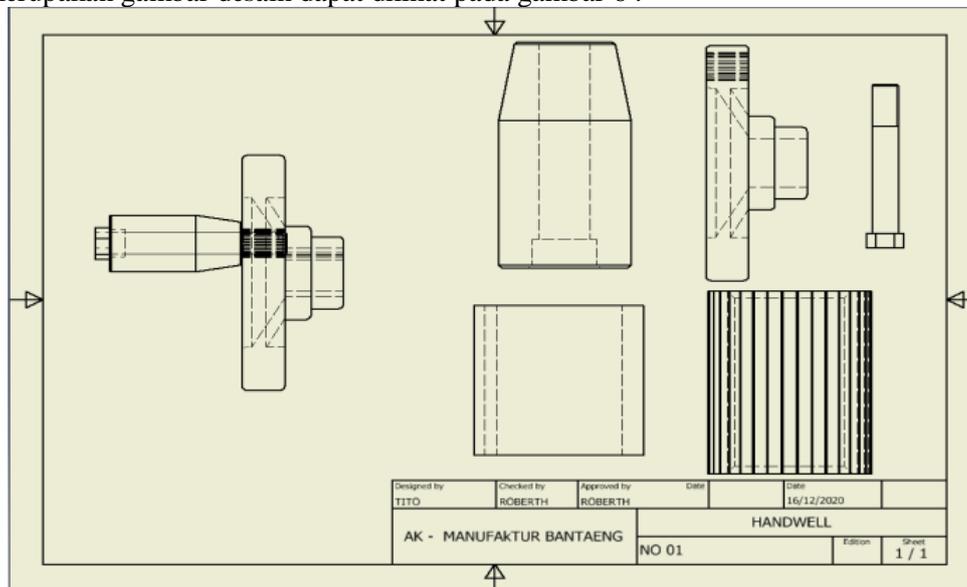
1. Membuat model atau desain prototipe dari objek yang dirancang (didesain) dengan menggunakan software autodesk inventor 2020.
2. Mengkonversi model CAD menjadi format file STL
3. Pengaturan parameter printer dan mengiris file STL ke dalam beberapa potongan (*layers*) dengan menggunakan Prusa Slicer.
4. Membangun model secara berlapis - lapis (proses manufaktur) menggunakan teknologi 3D printer.
5. Membersihkan dan menyempurnakan dalam artian tahap finishing dari model objek hasil manufaktur.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

1. Desain Prototipe

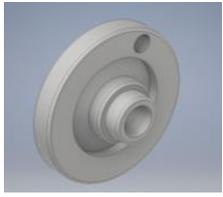
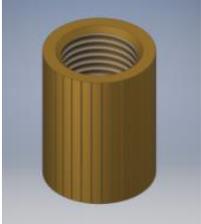
Desain Prototipe merupakan tahapan yang sangat penting dalam rencana pembuatan dari suatu produk karena memiliki kaitan yang menyangkut dari keunggulan suatu produk. Berikut merupakan gambar desain dapat dilihat pada gambar 6 :



Gambar 6. Desain Gambar

Prototipe memberikan fasilitas bagi pengembangan dan pemakai untuk saling berinteraksi selama proses pembuatan hingga hasil akhir dari suatu produk. berikut merupakan beberapa komponen yang sebelum dilakukan *assembly* (merakit) dapat dilihat pada tabel 3 :

Tabel 3. Komponen *Handwell Universal Tool Grinding Machine*

No	Nama Komponen	Gambar Komponen	No	Nama Komponen	Gambar Komponen
1.	<i>Wheel</i>		2.	<i>Hand</i>	
3	<i>Spacer</i>		4	<i>Bushing</i>	
5	<i>Baut</i>				

Gambar prototipe menggunakan aplikasi inventor dari 3D desain hasil perakitan *handwell universal tool grinding machine* membentuk menjadi suatu kesatuan dan fungsi dapat dilihat pada gambar 7 :



Gambar 7. *Handwell Universal Tool Grinding Machine*

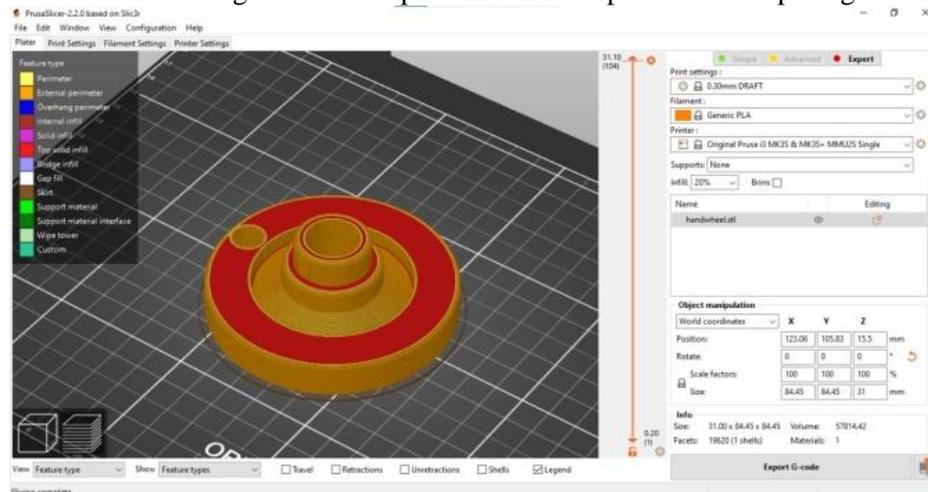
2. Proses Slicing

Dalam 3D printer, proses slicing sangat berperan penting dalam mendapatkan dan memperoleh hasil yang maksimal. Dimana diperlukan setting parameter yang akurat, seperti ketebalan dinding, pengisi dan temperatur PLA, temperatur build plate, kecepatan printer, dan suport. Selain beberapa parameter yang digunakan posisi penempatan objek sangat berpengaruh penting dalam proses pencetakan dikarenakan apabila objek yang akan dicetak memiliki banyak sudut atau bagian yang menggantung sehingga dalam hal ini sangat diperlukan pengaturan support dalam tahap *slicing*. Dalam hal ini penulis mengambil posisi tegak, dengan alasan bahwa posisi tersebut sangat baik dalam menghasilkan permukaan atas 3D objek yang lebih halus/bagus dibandingkan dengan posisi 3D objek bagian atas berada di posisi bawah atau yang menempel pada build plate. Posisi ini memerlukan banyak support namun hanya mulai bagian tengah sampai dasar yang memerlukan

support, dalam membuat bentuk permukaan atas objek yang tidak akan dipengaruhi oleh support. Hasil parameter proses slicing desain prototipe *handwell universal tool grinding machine* yang dibagi dalam 2 proses slicing sebagai berikut :

a. Hasil Parameter Proses *Slicing Wheel*

Hasil Parameter Proses *Slicing wheel* yang dibuat tegak dengan *suport touching bed*. Dalam menentukan pemilihan profil atau ukuran nozzle juga sangat berpengaruh kepada produk dari hasil printer. Untuk ukuran nozzle yang dominan banyak dipakai 0.3 mm yang hasil tersebut semakin bagus dan halus produk dari hasil printer dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil Parameter Proses *Slicing Wheel*

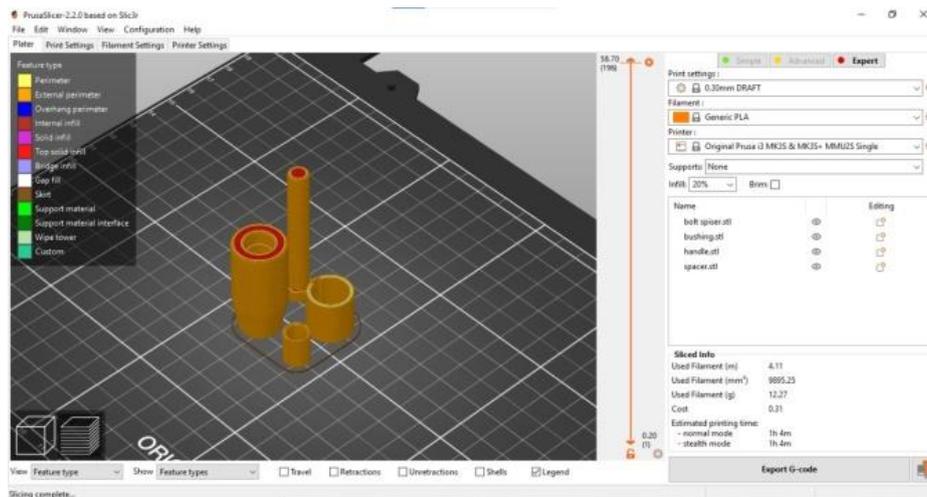
Pemakaian nozzle baru hasilnya akan lebih bagus berbeda dengan nozzle yang sudah lama meskipun memiliki ukuran yang sama untuk mengidentifikasi pengaturan parameter printer *Wheel* dapat dilihat pada tabel 4 :

Tabel 4. Setting Parameter Printer Wheel

Proses Slicing	Ultimaker Cura
Diameter Nozzle	0.3 mm
Jenis Filament	PLA
Infil (Pengisi)	20 %
Infil Patern	Line (Garis)
Infil Support	20 %
Support Patern	Line (Garis)
Support Z Distance	0.3 mm
Waktu Print	1 Hours.40 Second
Berat PLA yang dibuuthkan dalam proses manufaktur	38 gram
Print Speed	201 mm/s
Fan Speed (Kecepatan Kipas)	60 %
Build Plate Temperatur	45 ⁰ C
Layer Height	0.3
Wall Thickness	0.2 mm

b. Hasil Parameter Proses *Slicing Handle*

Hasil parameter proses *slicing handle* yang digambarkan sama dibuat tegak dengan suport *touching bed*. Dalam menentukan pemilihan profil atau ukuran nozzle juga sangat berpengaruh kepada produk dari hasil printer. Untuk ukuran nozzle yang dominan banyak dipakai 0.3 mm dapat dilihat pada gambar 9 :



Gambar 9. Hasil Parameter Proses *Slicing Handle*

Sedangkan dari hasil printer dan harus disesuaikan dengan settingan parameter slicer untuk mengidentifikasi pengaturan parameter printer *handle* dapat dilihat pada tabel 5:

Tabel 5 Setting Parameter Printer Handle

Proses Slicing	Ultimaker Cura
Diameter Nozzle	0.3 mm
Jenis Filament	PLA
Infil (Pengisi)	20 %
Infil Pattern	Line (Garis)
Infil Support	20 %
Support Pattern	Line (Garis)
Support Z Distance	0.3 mm
Waktu Print	1 Hours
Berat PLA yang dibutuhkan dalam proses manufaktur	11 gram
Print Speed	150 mm/s
Fan Speed (Kecepatan Kipas)	60 %
Build Plate Temperatur	45 ⁰ C
Layer Height	0.3
Wall Thickness	0.2 mm

3. Proses Manufaktur

Hasil proses manufaktur merupakan langkah - langkah proses yang dimulai dari bahan baku di transformasikan menjadi produk jadi atau produk setengah jadi. Proses pembuatan dimulai dengan penciptaan bahan dari mana desain dibuat. Bahan - bahan yang digunakan dan kemudian dimodifikasi melalui proses manufaktur untuk menjadi bagian yang diperlukan. Dalam pengaturan parameter printer pada software *slicing* kecepatan printer yang digunakan 210 mm/s untuk wheel dan 150 mm/s untuk handle dengan temperatur printing yang digunakan 450 C dimana merupakan variabel yang paling sesuai dalam proses manufaktur ini. Variabel yang harus diperhatikan selain kecepatan printer dan juga temperatur printer yaitu *variable support* dan *quality* (lapisan) yang sesuai untuk menghasilkan manufaktur yang bagus dan dan parameter yang digunakan sangat baik. Berikut merupakan hasil manufaktur 3D printer dapat dilihat pada gambar 10 dan gambar 11 sebagai berikut :

a. Hasil Manufaktur 3D Printer *Wheel*

untuk mendapatkan permukaan *wheel* yang halus berdampak pada proses slicing yang halus. Meskipun memerlukan support yang begitu banyak dan memerlukan waktu

yang lama serta menghabiskan filament yang begitu banyak dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil Manufaktur 3D Printer *Wheel*

b. Hasil Manufaktur 3D Printer *Handle*

Merupakan hasil manufaktur *handle* pada lubang spacer, dan bushing mengalami sedikit kerusakan karena kurang bulat dan merata karena posisi tersebut membuka lubang mengalangi tekanan, Sedangkan untuk proses slicing hand tidak memerlukan support, hanya menggunakan adhesion type untuk baut tetap lengket di bed selagi dalam proses manufaktur dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Hasil Manufaktur 3D Printer *Handle*

B. PEMBAHASAN

Desain *prototipe* merupakan tahapan yang sangat penting dalam rencana pembuatan dari suatu produk karena memiliki kaitan yang menyangkut dari keunggulan suatu produk yang menggunakan teknologi 3D printer. Proses slicing sangat berperan penting dalam mendapatkan dan memperoleh hasil yang maksimal. dimana diperlukan setting parameter yang akurat, seperti ketebalan dinding, pengisi dan temperatur PLA, temperatur build plate, kecepatan printer, dan suport. Bahan atau material yang digunakan dalam proses manufaktur adalah PLA (Poly Lactic Acid). PLA merupakan bahan yang paling sering digunakan dalam penggunaan 3D printer karena harga PLA yang relatif murah dan ramah lingkungan. Hasil proses manufaktur merupakan langkah - langkah proses yang dimulai dari bahan baku di transformasikan menjadi produk jadi atau produk setengah jadi. Proses pembuatan dimulai dengan penciptaan bahan dari mana desain dibuat. Bahan - bahan yang digunakan dan kemudian dimodifikasi melalui proses manufaktur untuk menjadi bagian yang diperlukan. Dalam pengaturan parameter printer pada software slicing kecepatan printer yang digunakan 210 mm/s untuk wheel dan 150 mm/s untuk handle dengan temperatur printing yang digunakan 450 C dimana merupakan variabel yang paling sesuai dalam proses manufaktur ini. Temperature dan kecepatan printing untuk proses manufaktur *handwell universal tool grinding* ini adalah 45 °C, infill (pengisi) 20 % , infill support 20 % , fan speed 60 % , layer height 0.3, dan wall thickness 0.2 Mm yang sesuai untuk menghasilkan manufaktur yang bagus dan dan parameter yang digunakan sangat baik.

IV. KESIMPULAN

Hasil desain prototipe menggunakan konsep manufaktur dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Desain atau perancangan *handwell universal tool grinding machine* menggunakan aplikasi Inventor Autodesk 2020.
2. Hasil manufaktur menunjukkan hasil desain yang diterjemahkan ke 3D Printer dengan menghasilkan benda yang sesuai dengan hasil desain dari software inventor dan pengaturan parameter pada saat proses *slicing* yang tepat, seperti pengaturan temperatur material, support, kecepatan printer, kecepatan kipas, tebal lapisan (*quality*), tebal dinding (*Shell*), Infill (Pengisi).
3. Temperature dan kecepatan printing untuk proses manufaktur *handwell universal tool grinding* ini adalah 45 °C, infill (pengisi) 20 % , infill support 20 % , fan speed 60 % , layer height 0.3, dan wall thickness 0.2 Mm.
4. Bahan atau material yang digunakan dalam proses manufaktur adalah PLA (Poly Lactic Acid). PLA merupakan bahan yang paling sering digunakan dalam penggunaan 3D printer karena harga PLA yang relatif murah dan ramah lingkungan.
5. Estimasi Waktu yang diperlukan untuk proses manufaktur adalah 1 jam 40 menit untuk *Whell* dan *handell* 1 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiman, W., Anggono, J., dan Tanoto, Y. (2016). Pengaruh Orientasi Obyek Hasil Fused Deposition Modeling Pada Waktu Proses. Jurnal Teknik Mesin Vol. 16, 41–46.
- [2] Fernandez-Vicente, M., Calle, W., Ferrandiz, S., & Conejero, A. (2016). Effect of infill parameters on tensile mechanical behavior in desktop 3D printing. 3D printing and additive manufacturing, 3(3), 183-192.
- [3] F.S. Senatov, K.V. Niaza, M.Yu. Zadarozhnyy, A.V. Maksimkin, “Mechanical Properties and Shape Memory Effect of 3D Printed PLA-based porous scaffold,” Journal of The Mechanical Behaviour of Biomedical Materials 57, 139-148, 2016.
- [4] Hidayat, Nur, dkk. Autodesk Inventor Mastering 3D Mechanical Design. Bandung: Informatika, 2011.
- [5] Lubis, Sobron. 2014. Pengaturan Orientasi Posisi Objek pada Proses Rapid Prototyping Menggunakan 3D Printer Terhadap Waktu Proses dan Kualitas Produk. Jakarta : Universitas Tarumanegara.