

Pembuatan Produk *Prototipe* Roda Gigi Menggunakan 3D *Printing*

Making Gear Prototipe Products Using 3D Printing

Muhammad Miftahul Abid, Wahyu Sidiq Saputra, dan Arya Beta Ash Shidik

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Rekayasa, Universitas Selamat Sri
Jl. Soekarno Hatta no. 03, Patebon, Kendal

Diterima: 7 Februari 2024; Direvisi: 27 Februari; Disetujui: 15 Maret 2024

ABSTRAK

Saat ini proses pengembangan produk yang berkembang sangat pesat adalah 3D *Printing*. Teknologi 3D *Printing* digunakan untuk pembuatan produk dan mampu meningkatkan efisiensi proses produksi dari segi material dan waktu proses, misalnya pembuatan suku cadang mesin produksi pada proses *maintenance* (pemeliharaan). Sebelumnya proses *maintenance* berlangsung lama (> 4 hari), karena menunggu pembuatan sampel suku cadang roda gigi. Tujuan penelitian ini membuat produk *prototipe* roda gigi baik dan waktu proses yang cepat dengan menentukan parameter yang ideal. Penelitian ini menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), yaitu mekanisme langkah-langkah mengembangkan produk (*Research and Development*); *Multimedia Development Life Cycle* terdiri dari tiga tahapan. Pada tahap 1: pembuatan konsep (*concept*) dan Perancangan (*design*); Pada tahap 2: pengumpulan bahan dan pembuatan produk; dan Pada tahap 3: *testing* dan *distribution*. Penelitian ini dengan dua percobaan pencetakan produk menggunakan 3D *Printing* dengan variasi parameter *fill density* dan *layer height*. Ukuran *prototipe* mendekati ukuran desain, yaitu diameter 60 x 9,8 mm. Pembuatan *prototipe* gear dengan parameter *fill density* (densitas isi) 60% dan *layer height* 0,1 mm menciptakan kekuatan lebih, sehingga tidak pecah. Hasil tersebut sesuai dengan kebutuhan konsumen yang membutuhkan model roda gigi untuk bahan analisis. Di sisi lain dengan *layer height* 0,1 proses pencetakan membutuhkan waktu 228 menit, sehingga pembuatan produk lebih cepat dibandingkan sebelumnya empat hari dan konsumen dapat melakukan perbaikan kerusakan mesin lebih cepat dengan sampel *prototipe* ini. *Prototipe* yang dibuat lebih singkat dengan material *Polylytic Acid* (PLA) yang mampu menurunkan biaya produksi, sehingga lebih ekonomis.

Kata kunci: 3D *printing*, *prototipe*, roda gigi

ABSTRACT

Currently, the product development process that is developing very rapidly is 3D Printing. Technology 3D Printing is used for manufacturing products and its able to increase the efficiency of the production process in terms of materials and process time, for example making spare parts for production machines in the process of maintenance (maintenance). Previous process maintenance took a long time (> 4 days), due to waiting for the manufacture of gear spare parts samples. The aim of this research is to make a product prototype with good gears and fast processing time by determining ideal parameters. This research uses the method Multimedia Development Life Cycle (MDLC), namely the mechanism for product development steps (Research and Development); Multimedia Development Life Cycle consists of three stages. At stage 1: concept creation (concept) and Planning (design); At level 2: collection of materials and manufacturing of products; and at level 3: testing and distribution. This research involved two trials of printing products using 3D Printing with parameter variations fill density and layer height. Size Prototype approaching the design size, namely a diameter of 60 x 9.8 mm. Making prototype gear with parameters fill density (fill density) 60% and layer height 0.1 mm creates more strength, so it doesn't break. These results are in accordance with the needs of consumers who require gear models for analysis. On the other hand with layer height 0.1 printing process takes 228 minutes, so product production is faster than

*) Korespondensi:

Perumahan Jenarsari Blok D no 161, Gemuh, Kendal

the previous four days and consumers can repair machine damage more quickly with samples prototype This. Prototype which is made shorter with materials Polylactic Acid (PLA) which able to reduce production costs, making it more economical.

Key words: 3D printing, gear, prototype

PENDAHULUAN

Perusahaan sektor manufaktur terus meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam produksi produk baru. Saat ini proses pengembangan produk yang berkembang sangat pesat adalah 3D *Printing*. Teknologi 3D *Printing* digunakan untuk pembuatan produk seperti produk replika organ tubuh di bidang kesehatan, konstruksi bangunan, industri makanan, pembuatan *spare part* komponen mesin dan lainnya (Cahyati & Furqon, 2022). Selain itu, berbagai jenis material dapat digunakan pada industri manufaktur yang menggunakan logam, industri kerajinan dengan bahan *Polylactic Acid* (PLA) dan bahan-bahan makanan. Tentunya kelebihan teknologi 3D *Printing* membuat efisiensi proses produksi dari segi material dan waktu proses.

Konsumen dalam proses pembuatan suku cadang dapat memanfaatkan mesin 3D *Printing*, karena dapat dibuat secara kustom. Pembuatan produk secara kustom dengan 3D *Printing* mampu mempersingkat waktu *maintenance* (pemeliharaan) mesin produksi yang sedang rusak (Izhardas & Lubis, 2023). Selain itu, 3D *Printing* menawarkan pembuatan produk sesuai kebutuhan, misal kebutuhan membuat suku cadang mesin dengan material logam. Untuk kebutuhan sampel model suku cadang dapat menggunakan material *Polylactic Acid* (PLA) sejenis material plastik untuk keperluan analisis dan pengembangan produk baru, maka konsumen tidak perlu memesan sampel model ke perusahaan lain yang waktu tunggunya empat hari seperti yang terjadi pada kasus penelitian ini.

Prinsip kerjanya membentuk produk dengan meletakkan lapisan-lapisan material pada sumbu vertikal, sehingga membentuk produk. tumpukan lapisan terus berlanjut hingga proses pencetakan selesai dan produk yang diinginkan terbentuk (Msalleem *et al.*, 2020). Kecepatan pembuatan produk 3D *Printing* ditentukan oleh parameter mesin. Parameter mesin 3D *Printing* terdiri dari *infill print speed*, *fill density*, *nozzle temperature*, dan *layer height* (Lubis *et al.*, 2021).

Tujuan penelitian menentukan parameter ideal untuk membuat produk *prototipe* roda gigi

bermutu baik dan waktu proses cepat. Pencetakan yang cepat akan membantu mempercepat proses *maintenance* mesin yang rusak. Dari penelitian sebelumnya, variasi *layer height* memengaruhi kekuatan tarik dan waktu pencetakan dari produk 3D *Printing* (Cahyati & Furqon, 2022). Namun penelitian lain menyampaikan kekuatan uji tarik paling besar dipengaruhi *extrude temperature* dan *height layer* memberikan pengaruh paling kecil *height* (Lubis *et al.*, 2021). Berdasarkan beberapa penelitian yang sudah ada, penelitian ini akan melakukan dua percobaan pencetakan produk menggunakan 3D *Printing* dengan variasi parameter *fill density* dan *layer height*.

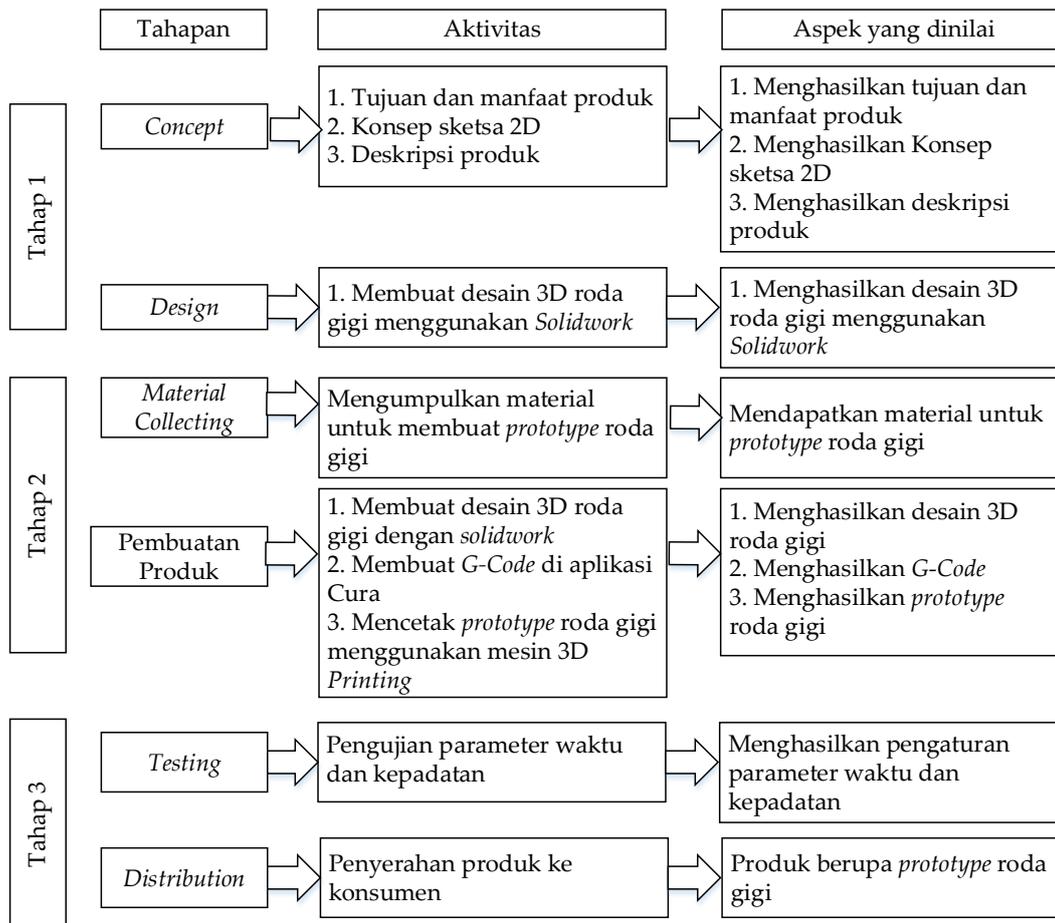
METODE PENELITIAN

Penelitian tentang pembuatan *prototipe* roda gigi menggunakan teknologi 3D *Printing* dengan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Metode ini sebagai mekanisme langkah-langkah mengembangkan produk (*Research and Development*) untuk menghasilkan produk baru yang digunakan. Menurut Subandi dan Husein (2021), metode MDLC terdiri dari tiga tahapan. Pada tahap 1: pembuatan konsep (*concept*) dan Perancangan (*design*); Pada tahap 2: pengumpulan bahan dan pembuatan produk; dan tahap 3: *testing* dan *distribution*. Tahapan MLDC tersaji pada Gambar 1.

Tahap 1 berisi aktivitas membuat konsep dan membuat desain produk. Pada tahap ini dikumpulkan informasi tentang kebutuhan konsumen atas fungsi produk.

1. Tahap *Concept*

Konsep produk bertujuan menentukan identitas dan manfaat produk (Utami *et al.*, 2022). Konsep produk dibuat sesuai kebutuhan, sehingga mengedepankan mutu dan fungsi dari produk. Pada konsep produk perlu dimunculkan kelebihan fitur produk, sehingga dapat memenuhi kepuasan konsumen, dan mampu memberikan peningkatan kinerja atau menyelesaikan permasalahan yang dialami konsumen. Pada penelitian ini menghasilkan sketsa gambar kerja beserta fitur produk.



Gambar 1. Tahapan pengembangan produk pada metode MDLC

2. Tahap desain

Menurut Utami *et al.*, (2022) Desain produk merupakan nilai yang dimiliki suatu produk dengan menunjukkan ciri khas dan membuat perbedaan dengan produk lainnya. Artinya desain berisi unsur-unsur fungsi, estetika dan kegunaan yang ditawarkan kepada konsumen. Untuk mendapatkan desain produk sesuai kebutuhan, maka perlu proses penelitian, diskusi, koordinasi antar berbagai pihak. Penelitian ini melakukan desain 3D dengan aplikasi *Solidwork*, yaitu perangkat lunak untuk merancang, memvisualisasikan dan mengubah objek. Perangkat ini dipilih, karena gambar yang dihasilkan bermutu tinggi serta mudah digunakan. Desain 3D menjadi data untuk membuat *prototipe* roda gigi.

Tahap 2; berisi tentang pemilihan material (*material collecting*) dan proses pembuatan produk.

3. *Material Collecting*

Proses pemilihan material untuk menentukan material utama atau alternatif material lain yang memenuhi fungsi sesuai dengan spesifikasi teknis yang dibutuhkan (Kartadipura, 2013). Pemilihan material untuk membuat *prototipe* roda gigi berdasarkan kekuatan, ketahanan, harga

material dan sesuai spesifikasi mesin yang memproses.

4. Pembuatan produk

Pada proses pembuatan produk dilakukan dengan proses pencetakan desain roda gigi menjadi produk *prototipe* roda gigi dengan mesin 3D *Printing*. Cara kerjanya dari desain 3D di konversi ke perangkat lunak, yaitu menjadi G-Code (kode kontrol numerik komputer dan bahasa pemrograman pencetakan 3D). Selanjutnya mesin 3D *Printing* mencetak *prototipe*.

Tahap 3 berisi tentang aktivitas testing untuk mengetahui mutu produk *prototipe* yang dihasilkan. Sebelumnya proses pembuatan produk dengan sistem *trial and error* untuk mendapatkan parameter ideal, sehingga dilakukan beberapa percobaan. Selanjutnya produk dengan mutu tinggi didistribusikan ke konsumen untuk digunakan.

5. *Testing*

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan produk *prototipe* bermutu tinggi berdasarkan kepadatan dan Tingkat kehalusan hasil cetakan. Sedangkan parameter ideal yang perlu ditentukan adalah dimensi ukuran produk, suhu untuk

melelehkan material filamen, kecepatan proses pencetakan dan waktu pencetakan.

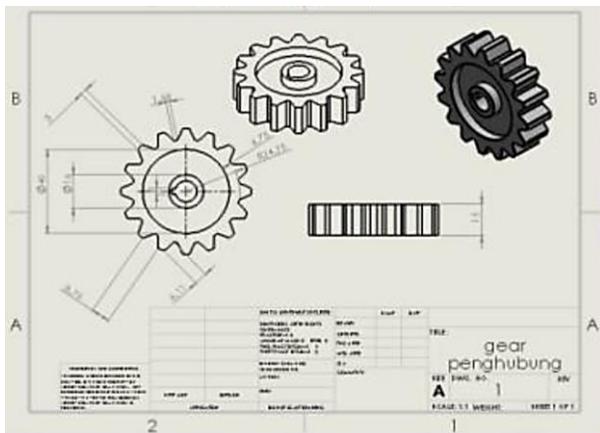
6. *Distribution*

Produk *prototipe* roda gigi dapat digunakan oleh perusahaan manufaktur untuk sampel tiruan komponen mesin. *Prototipe* roda gigi dapat digunakan untuk sampel pembuatan roda gigi yang nyata, apabila terjadi kerusakan komponen mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap *concept*, langkah pertama adalah mengetahui kebutuhan *customer*. Berdasarkan hasil diskusi konsumen dihasilkan fitur yang dibutuhkan konsumen, yaitu:

- Produk berbentuk fisik menyerupai roda gigi nyata
- Material yang digunakan produk dari bahan plastic
- Ukuran dan dimensi produk dapat dibuat *custom*
- Produk dapat mempercepat proses analisis kerusakan roda gigi. Berdasarkan kebutuhan konsumen tersebut maka menghasilkan rancangan gambar kerja gear yang tersaji pada Gambar 2.

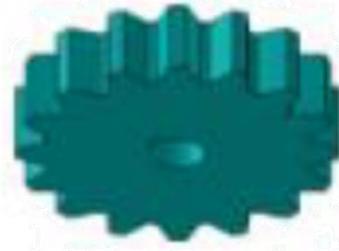


Gambar 2. Rancangan gambar kerja

Gambar kerja ini memuat data produk roda gigi yang tercantum secara detail dan lengkap supaya mempermudah proses pembuatan produk. Selain itu menjadi media komunikasi antara perencana dengan pelaksana, sehingga data yang termuat harus jelas dan mudah dimengerti. Gambar ini berisi ukuran dimensi produk, skala, penjelasan gambar utama, material produk.

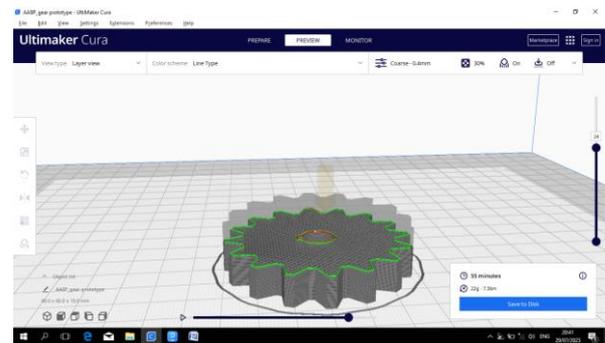
Pada tahap desain dengan mendesain gambar 3D roda gigi sesuai dengan gambar kerja. Proses desain menggunakan perangkat lunak

Solidwork. Gambar desain roda gigi yang dihasilkan *Solidwork* model seperti asli secara ukuran dimensi, bentuk, detail tampilan dan kebutuhan material (Prasetyo *et al.*, 2020). Gambar 3D roda gigi yang sudah dibuat, kemudian untuk pembuatan data G-Code atau kode kontrol numerik. Desain tersaji pada gambar 3. Pada tahap ini mendapatkan data berupa rancangan desain 3D *prototipe* roda gigi yang telah dibuat menggunakan software *SolidWork Premium 2019*.



Gambar 3. Desain *prototipe* gear

Desain gambar *prototipe* roda gigi dengan format gambar SLDPRT dimasukkan kedalam aplikasi *Ultimaker Cura* (4.8.0) dan disimpan dan diubah ke format G-Code.



Gambar 4. Konversi format G-Code

Pada tahap *material collecting* di kumpulkan material menurut kebutuhan pembuatan *prototipe* gear. material yang digunakan adalah *Polylyatic Acid* (PLA). Bahan ini mempunyai akurasi tinggi, harga murah dan mudah digunakan, sehingga banyak digunakan pada mesin 3D *Printing* (Saputro dan Syahbuddin, 2021). Bahan penyusun *Polylyatic Acid* (PLA) berasal dari tepung tapioka dan maizena, sehingga termasuk terbarukan sekaligus ramah lingkungan. Keunggulan lain *Polylyatic Acid* (PLA) lebih keras dan kuat. Di sisi lain terdapat kekurangan *Polylyatic Acid* (PLA), yaitu rapuh karena terbuat dari saripati tanaman daripada minyak mentah. Berbeda dengan material jenis *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan *Polylyatic Acid* (PLA) yang berasal dari berbagai plastik berbasis petrokimia.

Tahap pembuatan produk adalah pertama menentukan parameter 3D *Printing*. Parameter merupakan sebuah nilai yang dijadikan tolak ukur yang menentukan mutu produk. Parameter yang memengaruhi mutu produk *prototipe gear* sudah terdapat pada mesin 3D *Printing*. Pada penelitian ini digunakan empat parameter proses yang berpengaruh terhadap proses uji tarik (Tabel 1), yaitu *infill print speed*, *fill density*, *extruder temperature*, dan *layer height* (Lubis et al., 2021).

Proses produksi *prototipe* diawali dengan membuat gambar 3D format gambar SLDPRT pada aplikasi *Solidwork* untuk dikonversi ke format G-Code yang merupakan kode control numerik yang memberi perintah 3D *Printing* pencetakan produk. Tahapan proses produksi tersaji pada Gambar 5.

Tabel 1. Parameter faktor cetak 3D print

No	Parameter Mesin
1	<i>Infill Print Speed</i> (mm/s)
2	<i>Fill Density</i> (%)
3	<i>Nozzle Temperature</i> (C)
4	<i>Layer Height</i> (mm)

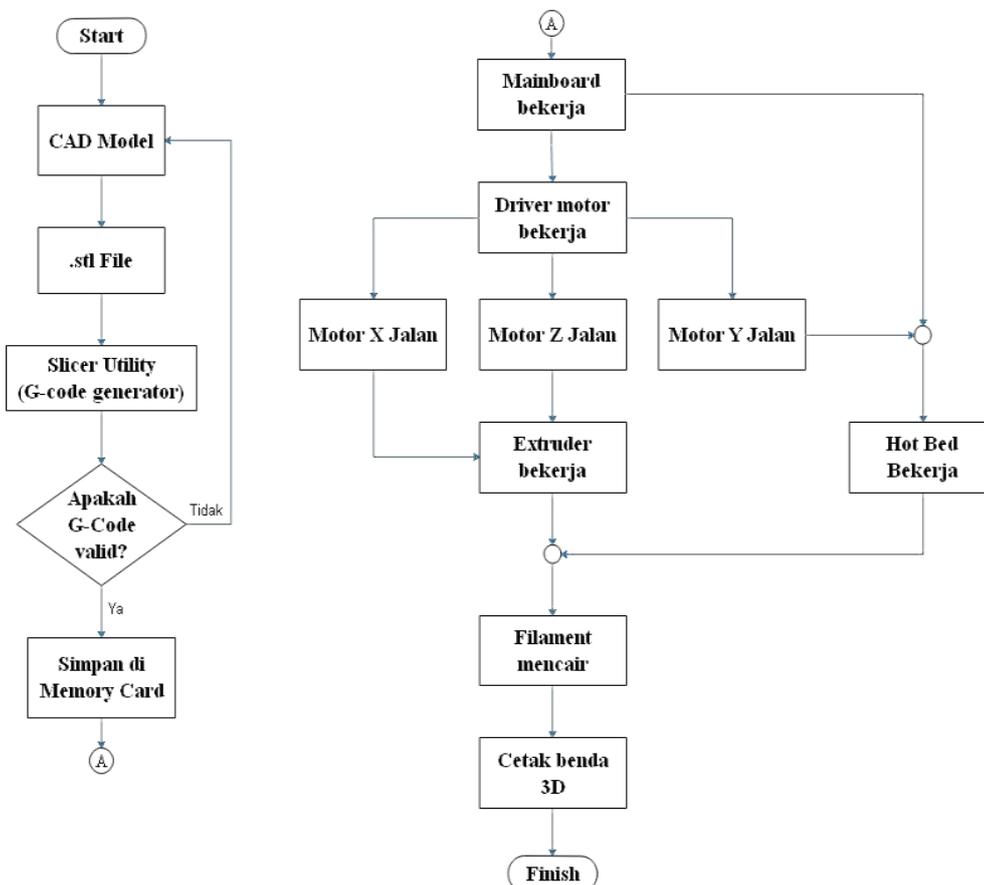
Pada percobaan pertama digunakan parameter *infill print speed* 100 mm/s, *fill density* 30%, *extruder temperature* 200 °C, dan *layer height* 0,4 mm. Hasil dari parameter tersebut adalah mutu

kepadatan dan waktu proses (Tabel 2).

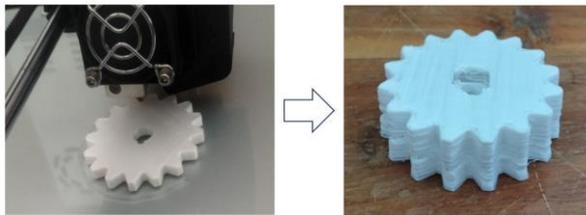
Table 2. Hasil percobaan 1

Parameter	Value
<i>Infill Print Speed</i>	100 mm/s
<i>Fill Density</i>	30 %
<i>Nozzle Temperature</i>	200 C
<i>Layer Height</i>	0,4 mm
<i>Process Time</i>	50 minutes
<i>Dimension</i>	10 mm

Pada percobaan pertama mencetak produk dengan material *Polylytic Acid* (PLA) berwarna putih diameter 1,75 mm dengan *fill density* 30% dan *layer height* 0,4 mm. *Infill density* adalah prosentase (%) pengaruh kepadatan isi cetakan terhadap sifat mekanis (Gunawan, 2020). *Layer height* merupakan ketebalan lapisan yang diletakkan pada meja kerja. Hasil pencetakan memiliki *error* 10% dan waktu pencetakan 50 menit. Tingkat *error* menunjukkan adanya kerusakan pada saat proses pencetakan. Kerusakan terdapat dibagian rumah gear tengah (*hole*) tidak bisa dimasukan poros. Artinya tingkat presisi bentuk cetakan rendah. Namun semakin tipis lapisan yang dihasilkan maka, semakin halus hasil akhir produk namun dengan konsekuensi waktu pengerjaan yang lebih lama (Cahyati dan Furqon, 2022).

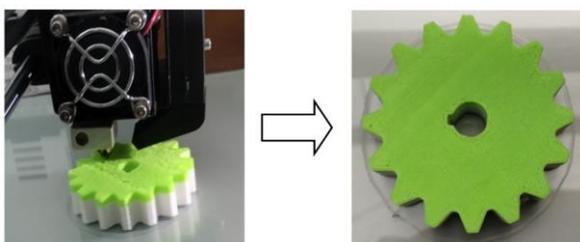


Gambar 5. Diagram alir proses 3D printing



Gambar 6. Percobaan 1

Untuk membandingkan pengaruh parameter mesin terhadap mutu produk dan waktu pencetak-an, maka dilakukan percobaan kedua. Pada percobaan kedua digunakan parameter *infill print speed* 100 mm/s, *fill density* 60%, *nozzle temperature* 200 °C, dan *layer height* 0,1 mm. Perubahan parameter ada pada *fill density* dengan menambah tingkat kepadatan ini sebesar 60% dari kepadatan total. Selain itu, *layer height* diperkecil menjadi 0,1 mm, sehingga *filament* yang dikeluarkan lebih tipis pada setiap lapis (Gambar 7).



Gambar 7. Percobaan 2

Table 3. Hasil percobaan 2

Parameter	Value
<i>Infill Print Speed (mm/s)</i>	100
<i>Fill Density (%)</i>	60
<i>Nozzle Temperature (C)</i>	200
<i>Layer Height (mm)</i>	0,1
<i>Process Time (minutes)</i>	50
<i>Dimension (mm)</i>	10

Pada percobaan kedua mencetak produk dengan material PLA berwarna putih diameter 1,75 mm dengan *fill density* 30% dan *layer height* 0,4 mm. Hasil pencetakan terdapat *error* 0% dan waktu pencetakan 228 menit. Tingkat *error* 0% menunjukkan tidak ada kerusakan pada saat proses pencetakan. Akurasi lebih tinggi dari percobaan pertama. Selain itu lapisan *layer* lebih tipis, sehingga semakin halus hasil akhir produk, namun waktu pengerjaan lebih lama.

Setelah melakukan pencetakan *prototipe*, dilakukan pengujian (*testing*) dimensi untuk mengetahui akurasi kepadatan isi, pada desain 60 x 10 mm. Pengukuran menggunakan *Vernier Caliper* (jangka sorong) mendapatkan hasil

dimensi cetakan diameter 60 x 10 mm menunjukkan terdapat selisih 0,6 mm. Gunawan (2020) melakukan pengujian ketebalan dan tinggi benda yang cetakan digunakan alat proyektor profil (pengukur dimensi benda uji) dengan ketelitian 1 mikrometer. Penyimpangan terkecil ketebalan adalah densitas 20% dan menjadi *setting* paling bagus keakurasiannya dibandingkan dengan densitas isi 40%, 60%, 80% dan 100%.

Table 4. Hasil pencetakan 3D *Printing*

Parameter	Value	Hasil 1	Hasil 2
<i>Infill Print Speed (mm/s)</i>	100	100	100
<i>Fill Density (%)</i>	60	30	60
<i>Nozzle Temperature (C)</i>	200	200	200
<i>Layer Height (mm)</i>	0,1	0,4	0,1
<i>Process Time (minutes)</i>	50	50	228
<i>Dimension (mm)</i>	10	60 x 9,8	60 x 9,8

Mengacu dari penelitian tersebut, *fill density* (densitas isi) memberikan pengaruh terhadap ketelitian akurasi ukuran karena terdapat penyusutan ukuran akibat perubahan fase dari padat menjadi cair dan padat kembali. Pada penelitian ini ditemukan densitas isi 60% memberikan penyimpangan 0,2 mm dan lebih padat dibandingkan densitas 30%. Ada dugaan kekuatan tarik benda 2 lebih besar dari benda 1. Penelitian Cahyati dan Furqon (2022) menemukan hasil uji tarik dengan *height layer* 0,1 mm diperoleh kekuatan tarik rata-rata 8,09 MPa, sedangkan *height layer* 0,3 mm rata-rata 10,61 MPa. Artinya *height layer* 0,1 memiliki kekuatan tarik lebih rendah dari 0,3 mm. Namun keseluruhan benda yang diuji menggunakan *fill density* yang sama. Dengan perbandingan tersebut dapat diketahui bahwa *fill density* menjadi parameter utama dalam menyusun kepadatan struktur benda kerja.

Selain Teknik pencetakan produk 3D *Printing*, biaya produksi merupakan hal yang perlu dipertimbangkan, karena berkaitan dengan nilai ekonomis. Waktu mencetak produk 3D *Printing* menentukan biaya produksi. Dari Gambar 7 terlihat bahwa durasi pencetakan berbanding terbalik dengan *layer height*. Artinya semakin kecil nilai *layer height*, maka semakin lambat waktu pencetakan. Sebaliknya jika semakin besar nilai *layer height*, maka semakin cepat waktu pencetakan produk. Pemilihan *layer height* yang sesuai kebutuhan sangat membantu menekan biaya produksi. Misalnya kebutuhan produk *prototipe gear* tidak memerlukan kekuatan tarik tinggi, namun memerlukan kepadatan isi yang optimal,

sehingga strateginya mengutamakan *fill density* tinggi dibandingkan *layer height*, yang mana mengurangi waktu pencetakan produk.

KESIMPULAN

Produk *prototipe gear* yang dibuat menggunakan 3D *Printing* dengan akurasi tinggi. Ukuran *prototipe* mendekati ukuran desain yaitu diameter 60 x 9,8 mm. Pembuatan *prototipe gear* dengan parameter *fill density* (densitas isi) 60% dan *layer height* 0,1 mm menciptakan kekuatan lebih, sehingga tidak pecah. Hasil yang didapatkan sesuai kebutuhan konsumen yang membutuhkan model roda gigi untuk bahan analisis. Di sisi lain dengan *layer height* 0,1 proses pencetakan membutuhkan waktu 228 menit, sehingga pembuatan produk lebih cepat dibandingkan sebelumnya empat hari dan konsumen dapat melakukan perbaikan kerusakan mesin lebih cepat dengan sampel *prototipe*. *Prototipe* yang dibuat lebih singkat dengan material *Polylactic Acid* (PLA) dan mampu menurunkan biaya produksi (ekonomis).

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyati, S., dan Y. Al Furqon. 2022. The Layer Height Variations Effect on Tensile Strength of 3D Printing Product PLA Material Based. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(3): 647-657.
- Saputro, T.A dan Syahbuddin. 2021. Komposit Porous Material Berbahan Polylactic Acid (PLA). *Jurnal Syntax Admiration*. 2(10): 1985 - 2000.
- Gunawan, R. 2020. Pengaruh Densitas Isi terhadap Ketelitian Dimensi pada Produk Mesin 3D Printing. *Mesin*, 11(1): 15-19.
- Izhardas, J. M., dan S. Lubis. 2023. Pemanfaatan 3D Printing untuk Pembuatan Pemegang Tools Di Workshop Go Kart , 1(1): 27-34.
- Kartadipura, R. H. 2013. Analisis Pemilihan Material Beton Dan Material Baja Sebagai Alternatif Material Pengganti Kayu Ulin. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(3): 237-246.
- Lubis, G.S., M. Taufiqurrahman dan M. Ivanto. 2021. Analisa Pengaruh Parameter Proses Terhadap Uji Tarik Produk Hasil 3D Printing Berbahan Polylactic Acid. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 5(2): 39.
- Msallem, B., S. Neha, C. Shuaishuai., F.S. Halbeisen dan F.M.T, Hans-Florian Zeilhofer. 2020. Evaluation of the Dimensional Accuracy of 3D-Printed Anatomical Mandibular Models Using. *Journal of Clinical Medicine*, 9(3): 1-18.
- Prasetyo, E., R. Hermawan., M.N.I, Ridho., I. I, Hajar., H. Hariri dan E.A, Pane. 2020. Analisis Kekuatan Rangka Pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solidworks. *Rekayasa*, 13(3): 299-306.
- Subandi, H. 2021. Augmented Reality dalam Mendeteksi Produk Rotan menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC), 6(2): 135-141.
- Utami, M., R. Zalianti., P.K, Utami, dan M.A, Adha. 2022. Pengaruh Kualitas Produk, Desain Produk, Dan Harga Produk Terhadap Kepuasan Pembelian Konsumen Brand Appel Iphone. *Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, 2(1): 24-30.