

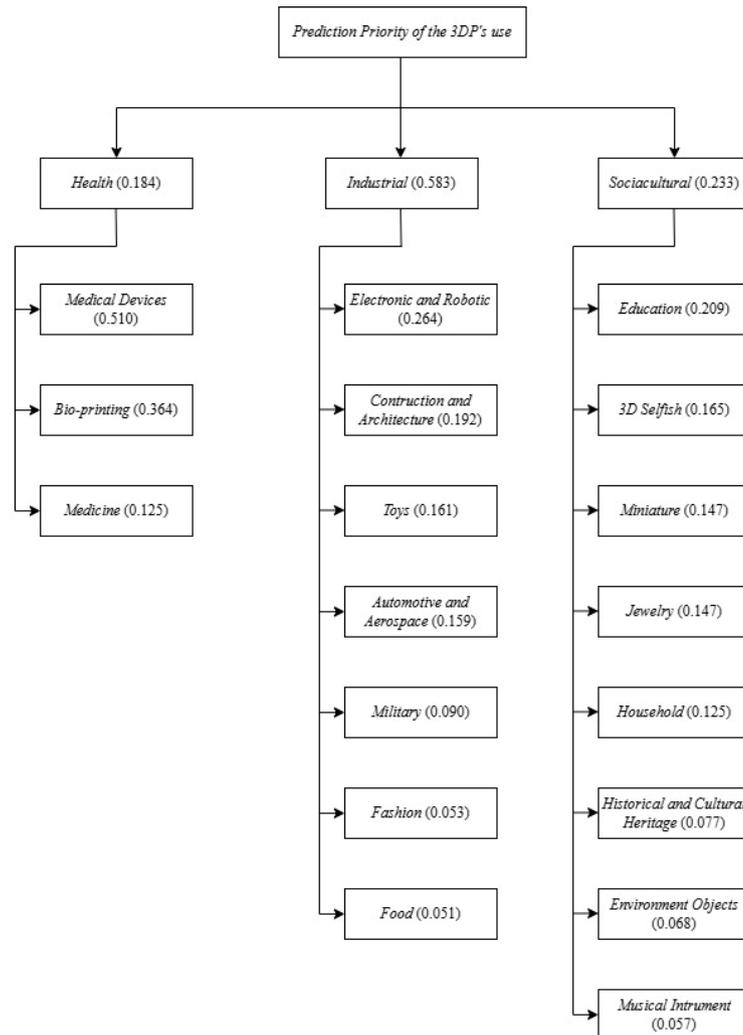
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin 3D *Print* (*three-dimensional Printing*) atau pencetakan 3D adalah teknologi manufaktur terkini yang digunakan untuk membuat objek tiga dimensi dari model digital (abdimas, dkk., 2021). Kemampuan atau metode yang sering digunakan dalam mesin 3D *Print* dalam mencetak objek secara *custom* biasa disebut juga dengan teknik *Fused Deposition Modeling* (FDM) yang mana salah satu fungsinya adalah membuat objek model atau *prototyping* sebuah produk (haleem, dkk., 2020). Teknik FDM memiliki prinsip kerja dengan cara mencetak objek yang diinginkan menggunakan *filament* yang dipanaskan oleh *heater nozzle* lapis demi lapis pada permukaan *bottom plate* atau *heatbed* (Mazurchevici, dkk., 2020).

Dewasa kini, perkembangan dan pemanfaatan 3D ada di berbagai bidang dengan persentase yang berbeda-beda meliputi bidang manufaktur, kesehatan, industri, dan sosiokultural. Hal ini tertera dalam penelitian yang dilakukan oleh Ismianti dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* yang berjudul "*Adoption of 3D Printing in Indonesia and Prediction of Its Application in 2025*", (Ismianti dan Herianto, 2020).



Gambar 1. 1 Perkembangan Penggunaan 3D *Printing*

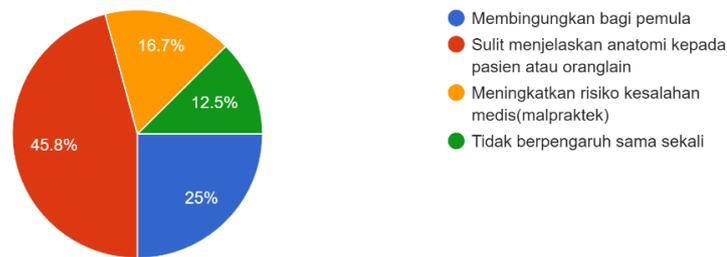
(sumber: Ismianti dan Herianto, 2020)

Berdasarkan **Gambar 1.1** terlihat perbedaan presentase prediksi prioritas tiap bidangnya di Indonesia dan dunia dimana khusus pada penelitian ini akan fokus penggunaan 3D *Print* dalam dunia kesehatan atau medis. Hal ini di dasarkan pada perkembangan mesin 3D *Print*, bahan-bahan cetak 3D, dan pengaplikasian 3D *Print* sangat pesat dalam dunia medis saat ini (Kantaros, dkk., 2023). Hal ini ditandai dengan kemampuan 3D *Print* untuk mencetak peraga medis secara transparan menggunakan jenis filamen *Polietilen Tereftalat Glikol* (PETG). Keunggulan jika peraga medis yang dicetak secara transparan adalah objek dapat dilihat dengan jelas dan bahkan tembus cahaya (Kantaros, dkk., 2023). Hal ini memungkinkan para praktisi medis untuk mempelajari struktur organ dengan lebih baik, memahami kondisi pasien, dan merencanakan prosedur bedah dengan lebih

akurat. Keunggulan tingkat transparansi yang lebih tinggi, detail organ yang sering mengalami penyakit dapat lebih mudah diamati, memberikan kesempatan bagi para dokter untuk memberikan edukasi kepada pasien sebelum prosedur bedah dilakukan (Bengue, dkk., 2023).

Proses cetak model peraga medis menggunakan material PETG dengan teknik *Fused Deposition Modeling* (FDM) secara transparan dapat meningkatkan kualitas prosedur medis (Bengue, dkk., 2023). Filamen PETG adalah salah satu jenis filamen yang memiliki tingkat kejernihan yang cukup tinggi. Hal ini menjadikan filamen PETG pilihan ideal untuk aplikasi yang membutuhkan kejernihan visual terutama dalam mencetak peraga organ dalam dunia medis secara transparan. Transparan yang dimaksud mengacu pada kemampuan bahan cetakan 3D untuk menyerap dan mentransmisikan cahaya (Riza, dkk., 2020).

Akan tetapi, untuk menghasilkan objek 3D dengan tingkat transparansi tinggi menggunakan teknologi 3D *Printing* FDM bukanlah hal yang mudah. Permasalahan yang sering muncul dalam proses cetak *filament* PETG transparan meliputi kebutuhan suhu yang tinggi, sulitnya mendapatkan *print speed* yang tepat, dan penyesuaian orientasi *layer* yang rumit karena bentuk peraga medis yang kompleks (Ghazali, 2021). Masalah-masalah ini dapat menyebabkan hasil cetak 3D dari *filament* PETG menjadi kurang transparan atau bahkan kehilangan kejernihan sepenuhnya. Jika tidak transparan, peraga medis tersebut dapat menghambat visualisasi struktur internal yang seharusnya terlihat jelas, sehingga mengurangi efektivitasnya dalam pembelajaran dan praktik medis. Kurangnya kejernihan pada model juga dapat menyulitkan tenaga kesehatan dalam menjelaskan anatomi kepada pasien maupun mahasiswa dalam memahami konsep secara akurat. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 1.2** yang menunjukkan hasil pengambilan data terhadap 48 responden tenaga kesehatan dan pelajar atau mahasiswa bidang kesehatan pada tanggal 18 Mei 2024 sampai dengan 27 Mei 2024.



Gambar 1. 2 Pengaruh Jika Peraga Medis Tidak Transparan

Hasil data menunjukkan dampak negatif dari peraga yang kurang transparan. Sebanyak 45,8% responden mengeluhkan kesulitan dalam menjelaskan anatomi kepada pasien atau orang lain, 25% menyatakan hal tersebut akan membingungkan bagi pemula, 16,7% mengkhawatirkan peningkatan risiko kesalahan medis (malpraktek), dan 12,5% menyatakan tidak berpengaruh sama sekali. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan dan mengoptimalkan parameter-parameter cetak yang relevan guna memastikan objek yang dicetak memiliki tingkat transparansi yang dibutuhkan.

Beberapa referensi yang melakukan optimasi parameter pada material PETG menggunakan 3D *Print* berbasis *Fused Deposition Modeling* (FDM) menemukan terdapat parameter khusus dalam meningkatkan kualitas produk hasil cetakan. Parameter-parameter tersebut adalah *Print speed* (Mehta, dkk., 2021; Valvez, dkk., 2022), *layer high* (Mehta, dkk., 2021; Taqdissillah, dkk., 2022; Valvez, dkk., 2022; Zakaria, dkk., 2023), *nozzle temperature* (Mardlotila, dkk., 2022; Muhammad, dkk., 2022; Sirjani, dkk., 2020; Taqdissillah, dkk., 2022), *infill angle* (Lawson, dkk., 2021; Mardlotila, dkk., 2022; Mehta, dkk., 2021; Muhammad, dkk., 2022; Petrov, dkk., 2021; Riza, dkk., 2020; Taqdissillah, dkk., 2022; Valvez, dkk., 2022; Zakaria, dkk., 2023). Berdasarkan referensi tersebut, Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis empat parameter yaitu *print speed*, *layer high*, *nozzle temperature*, *infill angle* yang berpengaruh terhadap tingkat transparansi objek cetak dari *filament* PETG transparan menggunakan teknologi 3D *Printing* FDM.

1.2 Rumusan Masalah

Peraga medis transparan yang dicetak dengan teknik FDM pada mesin 3D sangat membantu praktisi medis dalam mempelajari struktur organ, memahami kondisi pasien, dan merencanakan prosedur bedah. Namun, mencapai transparansi tinggi dengan teknologi FDM bukanlah hal mudah. Ketidaktepatan parameter cetak dapat mengurangi kualitas transparansi atau bahkan membuat hasil cetak menjadi tidak sesuai dengan kebutuhan medis.

Hasil pengambilan data penulis terhadap tenaga kesehatan dan pelajar atau mahasiswa bidang kesehatan menunjukkan dampak negatif dari peraga yang kurang transparan seperti akan terjadi malpraktek dan kesulitan dalam menjelaskan anatomi kepada pasien atau orang lain. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menemukan nilai-nilai parameter yang dapat meningkatkan tingkat transparansi hasil cetak 3D sehingga memungkinkan praktisi medis untuk mempelajari struktur organ dengan lebih baik, memahami kondisi pasien, dan edukasi kepada pasien sebelum prosedur bedah dilakukan.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan optimasi parameter pada proses cetak model peraga medis menggunakan material PETG dengan teknik *Fused Deposition Modeling* (FDM)
2. Menentukan parameter optimal untuk meningkatkan tingkat transparansi hasil cetak 3D khususnya peraga medis

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis, penelitian ini membantu dalam mengembangkan kemampuan mengoptimalkan parameter pencetakan model peraga medis berbahan PETG dengan teknik FDM serta memahami dan menjelaskan pengaruhnya terhadap transparansi hasil cetak 3D.
2. Bagi Pembaca, penelitian ini memberikan pemahaman lebih baik tentang penggunaan mesin 3D Print, pentingnya parameter pencetakan, serta langkah-langkah pengukuran dan analisis untuk menghasilkan cetakan 3D yang transparan.
3. Bagi Kampus dan Instansi Kesehatan, penelitian ini berkontribusi dalam

meningkatkan kualitas pendidikan dan pemahaman mahasiswa serta tenaga medis terkait 3D Print, menghasilkan peraga medis yang lebih transparan dan akurat untuk edukasi, serta mengurangi risiko kesalahan medis dengan alat bantu visual yang lebih baik.

1.5 Batasan Penelitian

Agar pembahasan pada penelitian lebih terfokus dan terarah maka dibuatlah batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Mesin 3D *Printer* menggunakan mesin 3D *Print* Creality CR 10 max dengan rincian dimensi mesin memiliki dimensi *Print* maksimal 220 mm x 220 mm x 270 mm.
2. Software pendukung dalam proses desain dan *slicing* antarlain Solidworks dan Prusaslicer 2.8.1.
3. Parameter yang dilakukan optimasi menyesuaikan kriteria bahan PETG dengan variasi parameter yang diujikan pada penelitian ini adalah *print speed, layer high, nozzle temperature, infill angle*.