UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Metode Solidifikasi 3D Printer Untuk Printing Material Pasta (Slurry) Menggunakan Ultraviolet Curing
Hendri Van Hoten, Prof. Ir. Alva Edy Tontowi, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.; Prof. Dr.Eng. Ir. Herianto, S.T., M.Er
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Teknologi 3D *printing* berbasis *bioceramics* dengan material *hydroxyapatite* (HA) menjadi solusi potensial dalam pembuatan implan tulang, tetapi masih menghadapi tantangan dalam proses solidifikasi dan stabilitas struktur *printing*. Metode *Direct Ink Writing* (DIW) berbasis *slurry* menawarkan fleksibilitas dalam penggunaan material, namun proses solidifikasi masih perlu pengembangan. Salah satu pendekatan inovatif yang dapat diterapkan adalah UV *curing*, yang mampu mempercepat proses solidifikasi serta meningkatkan akurasi *printing*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode 3D *printing* DIW berbasis *slurry* dengan teknologi *UV curing*. Optimalisasi parameter *printing* yang lebih presisi dan efisien. Dengan metode ini, diprediksi dapat meningkatkan efisiensi produksi, akurasi dimensi, dan sifat mekanik komposit berbasis HA. Nilai parameter 3D *printing* optimum yang didapatkan adalah jarak cahaya UV ke material uji 10 mm dan *print speed* 1 mm/s menggunakan material *ECO UV Resin* (EUR). Nilai kedalaman *curing* optimum adalah 8,029 mm. Proses *curing* maksimum untuk cahaya UV yang tidak bergerak adalah 0,299 detik dan setelah 0,3 detik profil produk *curing* akan berubah. Pengamatan menggunakan SEM menunjukkan kedalaman *curing* sempurna dengan nilai 1272 μm dari permukaan material, sedangkan nilai kekerasan material dengan parameter optimum tertinggi yaitu 61,3 HD dan terendah 57,8 HD.

Produk optimal *berbentuk* garis lurus dan melingkar menggunakan material komposit PORA3/HA, sedangkan karakterisasi menggunakan *Fourier transform infrared spectroscopy, scanning electron microscope,* dan *energy dispersive X-ray*. Hasil menunjukkan bahwa parameter optimal dari *nozzle diameter, print speed, layer height,* dan *nozzle distance* adalah 2,2 mm; 32,52 mm; 1,2 mm; dan 0,5 mm; dengan *error dimension* sebesar 3,08%. Karakterisasi menggunakan FE-SEM+EDX menunjukkan morfologi komposit PORA3/HA hasil *printing* yang berbentuk bulat, berpori untuk HA dan padat untuk PORA3, dengan komposisi C, O, dan Ca yang ditemukan, spektrum HA dan PO_4^{3-} juga terkonfirmasi. Dengan demikian, *3DP DIW light UV curing* direkomendasikan untuk digunakan karena akurasi dimensinya pada produk hasil *printing* yang ditunjukkan pada penelitian ini.

Kata kunci: *Direct Ink Writing,* UV *curing,* parameter 3D *printing.*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Metode Solidifikasi 3D Printer Untuk Printing Material Pasta (Slurry) Menggunakan Ultraviolet Curing
Hendri Van Hoten, Prof. Ir. Alva Edy Tontowi, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.; Prof. Dr.Eng. Ir. Herianto, S.T., M.En
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Three-dimensional (3D) printing technology based on bioceramics, particularly hydroxyapatite (HA), presents a promising solution for the fabrication of bone implants. However, challenges remain regarding the solidification process and structural stability of printed constructs. The Direct Ink Writing (DIW) method, which utilizes slurry-based materials, offers high flexibility in material selection. Nonetheless, its solidification process still requires further development. One innovative approach to enhance this process is ultraviolet (UV) curing, which can accelerate solidification and improve printing accuracy. This study aims to develop a slurry-based 3D printing system using the DIW technique integrated with UV curing technology. The objective is to optimize the printing parameters for producing bone scaffolds with higher precision and efficiency. This system is expected to enhance production efficiency, dimensional accuracy, and mechanical properties of HA-based scaffolds. The optimal 3D printing parameters identified include a UV light-to-material distance of 10 mm and a print speed of 1 mm/s. The optimal curing depth was found to be 8.029 mm. The maximum curing process for stationary UV light occurred at 0.299 seconds, after which (at 0.3 seconds) the curing profile of the printed product began to change. Scanning Electron Microscope (SEM) observations revealed a maximum curing depth of 1,272 μm from the material surface. The highest and lowest hardness values obtained under optimal parameters were 61.3 HD and 57.8 HD, respectively.

The optimum product was in line and circular shape and characterisation using Fourier transform infrared spectroscopy, scanning electron microscope, and energy dispersive X-ray. The results indicate that the optimum parameters of nozzle diameter, print speed, layer height, and nozzle distance are 2.2 mm, 32.52 mm, 1.2 mm, and 0.5 mm, with an error dimension of 3.08%. The morphology of the printed PORA3/HA composite is spherical, porous for HA and solid for PORA3, with compositions of C, O, and Ca found, while the HA and PO_4^{3-} the spectrum was confirmed. Thus, 3DP DIW light UV curing is recommended for use due to its dimensional accuracy in the printed product.

Keywords: Direct Ink Writing, UV curing, 3D printing parameters.