UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi parameter proses dalam stereolithografi pada pembuatan stainless steel berporus
SUKMAJI INDRO CAHYONO, Ir. Muslim Mahardika, ST, M.Eng., Ph.D.,IPM,. ASEAN.Eng ; Dr. Ir. Budi Arifvianto, S.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The reliable fabrication of porous 316L stainless steel (SS316L) components using Digital Light Processing (DLP) remains a significant challenge due to the complex interplay between slurry formulation, light transmittance, and geometric stability during post-processing. Although additive manufacturing of metallic materials has advanced considerably, a prominent **research gap** exists as there is no established record of producing functional, porous SS316L using DLP systems. A critical technical obstacle is the structural collapse of "green bodies" during the thermal transition between low-temperature binder melting (170–180°C) and high-temperature metal sintering (700–1350°C). In response, this **research aims** to evaluate the feasibility of using DLP machines for porous metal production, identify optimal printing parameters, and assess the process while maintaining the purity of SS316L.

The **methodology** employed a systematic experimental design using gas-atomised SS316L powder slurries at weight fractions of 50-75 wt%. To mitigate structural instability during post-processing, melamine cyanurate (MCA**)** was incorporated as a flame-retardant additive at 4 wt% to bridge the temperature gap between binder degradation and metal bonding. Printing was conducted using an Anycubic Photon Mono machine. Process optimisation was achieved through the Taguchi L9 orthogonal array and the Resin Exposure Range Finder (RERF) method, which evaluated the influence of layer thickness (LT), normal exposure time (NET), and FEP film surface roughness. Post-printing treatments included hierarchical thermal debinding and sintering up to 1100°C, followed by comprehensive microstructural characterisation using SEM-EDX and image processing.

The **results** identified layer thickness as the dominant factor for protrusion geometries, with optimal settings at 0.05 mm LT and 6 s NET, and indentation accuracy maximised at 0.2 mm LT and 2.5 s NET. The study successfully prevented structural collapse during sintering using MCA. However, SEM-EDX analysis identified a sensitisation **phenomenon** in which residual carbon from the binder reacts with chromium to form chromium carbide at grain boundaries. The research impact of these findings establishes a technical foundation for the high-precision fabrication of metallic porous structures on accessible DLP platforms.

Keywords: Digital light processing; porous stainless steel; sensitization; Taguchi method; additive manufacturing.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi parameter proses dalam stereolithografi pada pembuatan stainless steel berporus
SUKMAJI INDRO CAHYONO, Ir. Muslim Mahardika, ST, M.Eng., Ph.D.,IPM,. ASEAN.Eng ; Dr. Ir. Budi Arifvianto, S.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Intisari

Pembuatan komponen baja tahan karat 316L berpori (SS316L) yang menggunakan *Digital Light Processing* (DLP) masih menjadi tantangan signifikan karena adanya interaksi kompleks antara formulasi *slurry*, transmitansi cahaya, dan kestabilan geometri selama pasca pemrosesan. Meskipun manufaktur aditif material logam telah berkembang pesat, terdapat kesenjangan penelitian yang menonjol karena belum ada catatan yang jelas mengenai produksi SS316L berpori fungsional menggunakan sistem DLP. Hambatan teknis kritisnya adalah keruntuhan struktural "*green bodies*" selama transisi termal antara pelelehan pengikat (*binder*) pada suhu rendah (170–180°C) dan sintering logam pada suhu tinggi (700–1350°C). Sebagai respons, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan penggunaan mesin DLP untuk produksi logam berpori, mengidentifikasi parameter pencetakan yang optimal, dan menilai proses tersebut dengan tetap menjaga kemurnian SS316L.

Metodologi yang digunakan menerapkan desain eksperimen yang sistematis menggunakan *slurry* mengandung serbuk SS316L hasil gas-atomisasi pada fraksi berat 50–75 wt%. Untuk memitigasi ketidakstabilan struktural selama pascapemrosesan, melamin sianurat (MCA) ditambahkan sebagai aditif penghambat api (*flame retardant*) sebesar 4 wt% guna menjembatani celah suhu antara degradasi pengikat (*binder*) dan ikatan logam. Pencetakan dilakukan menggunakan mesin Anycubic Photon Mono. Optimasi proses dicapai menggunakan *Taguchi L9 orthogonal array* dan metode *Resin Exposure Range Finder* (RERF), yang mengevaluasi pengaruh ketebalan lapisan (LT), waktu paparan normal (NET), dan kekasaran permukaan film FEP. Perlakuan pascapencetakan meliputi debinding termal bertingkat dan sintering hingga 1100°C, yang diikuti dengan karakterisasi mikrostruktur secara menyeluruh menggunakan SEM-EDX dan pemrosesan citra.

Hasil penelitian mengidentifikasi ketebalan lapisan sebagai faktor dominan untuk geometri tonjolan (*protrusion*), dengan pengaturan optimal pada LT 0,05 mm dan NET 6 s, sedangkan akurasi indentasi maksimal tercapai pada LT 0,2 mm dan NET 2,5 s. Penelitian ini berhasil mencegah keruntuhan struktural selama sintering dengan menggunakan MCA sebagai additive. Namun, analisis SEM-EDX mengidentifikasi fenomena sensitisasi, yaitu karbon sisa dari pengikat (*binder*) bereaksi dengan kromium membentuk karbida kromium pada batas butir. Dampak penelitian dari temuan ini adalah terbentuknya landasan teknis untuk fabrikasi presisi tinggi struktur logam berpori pada platform DLP yang mudah diakses

Kata kunci: Digital light processing; porous stainless steel; sensitization; Taguchi method; additive manufacturing.