

INTISARI

Dalam dunia *Additive Manufacture* (AM) dan komposit, penggunaan *Digital Image Correlation* (DIC) menjadi penting dalam pemahaman dan karakterisasi perilaku mekanis. DIC telah memberikan kontribusi besar dalam memahami deformasi dan tegangan pada material, termasuk komposit, dengan tingkat resolusi dan akurasi yang tinggi. Penelitian akan berfokus pada optimasi *speckle pattern* yang digunakan untuk menganalisis distribusi deformasi, *strain*, dan *poisson ratio* pada pengujian tarik dan geser untuk material komposit dan AM menggunakan simulasi DIC. Pengujian difokuskan pada pengujian tarik dan geser dengan menggunakan standar ASTM D638 dan D7078.

Pada penelitian ini, simulasi DIC berhasil dilakukan dengan 2 software yaitu MATLAB untuk memvisualisasikan distribusi deformasi dan ZEISS CORRELATE untuk memvisualisasikan *strain* dan *displacement*. Optimasi dilakukan pada manufaktur *speckle pattern* untuk pengujian tarik dan geser pada komposit *Poly lactid Acid - Glass Fiber Reinforced Polimer* (PLA-GFRP). Optimasi dilakukan terhadap densitas dan kualitas *speckle pattern* yang diawali dengan pembuatan *speckle pattern stamp* dengan densitas 60%, variasi 40%, dan diameter *speckle* 0,8 mm. Dari tiga metode yang dibandingkan, *Speckle pattern combination* memiliki kualitas dan densitas yang paling bagus dibandingkan *speckle pattern spray* dan *speckle pattern stamp*. *speckle pattern combination* juga dapat memvisualisasikan *initial crack* pada fase elastis saat material diuji tarik dan geser. Selain itu, *speckle pattern combination* juga menunjukkan hasil *displacement* yang akurat dan mendekati data kalibrasi. *Strain* dan *poisson ratio* yang divisualisasikan juga yang paling mendekati *strain* dan *poisson ratio* secara teoritis pada material aluminium.

Simulasi DIC menunjukkan bahwa material komposit PLA-GFRP tidak mengalami *necking* dan cenderung langsung mengalami *failure* saat mencapai UTS. *Poisson ratio* yang dihitung menggunakan DIC juga menunjukkan data yang besar akibat kecilnya deformasi di setiap region yang dianalisis. *Tensile strain* yang dihasilkan simulasi DIC juga mengalami penurunan yang linear dengan pengurangan *infill*. Hal ini membuktikan bahwa kepadatan *infill* mempengaruhi kekuatan dan regangan dari PLA maupun komposit PLA-GFRP. Hal ini membuktikan bahwa kepadatan *infill* berpengaruh terhadap kekuatan dan regangan dari PLA dan komposit PLA-GFRP. Hasil Analisis DIC pada pengujian tarik dan geser seperti *Poisson Ratio*, *Strain*, *Fracture Strain*, dan *Modulus Elastisitas* dapat digunakan sebagai input dalam analisis FEM. Data *strain* yang dihasilkan dari simulasi ABAQUS sama dengan data yang dihasilkan dari simulasi DIC. Hal ini mengindikasikan bahwa data dari simulasi DIC dapat digunakan sebagai data *input* untuk simulasi ABAQUS.

Kata Kunci: DIC, Deformasi, Komposit, *Speckle Pattern*, Strain

ABSTRACT

In the fields of Additive Manufacturing (AM) and composite materials, the application of Digital Image Correlation (DIC) plays a crucial role in understanding and characterizing mechanical behavior. DIC has significantly contributed to the comprehension of deformation and stress in materials, including composites, by providing high-resolution and accurate measurements. This study focuses on optimizing the speckle pattern used to analyze deformation distribution, strain, and Poisson's ratio during tensile and shear tests of composite and AM materials using DIC simulation. The experimental tests are conducted following ASTM standards D638 for tensile testing and D7078 for shear testing.

In this study, DIC simulation was successfully performed using two software packages: MATLAB for visualizing deformation distribution and ZEISS CORRELATE for visualizing strain and displacement. Optimization was carried out on the manufacturing of speckle patterns for tensile and shear testing of Polylactide Acid - Glass Fiber Reinforced Polymer (PLA-GFRP) composites. The optimization focused on the density and quality of the speckle patterns, beginning with the fabrication of a speckle pattern stamp with a density of 60%, a variation of 40%, and a speckle diameter of 0.8 mm. Among the three methods compared, the speckle pattern combination exhibited the highest quality and density compared to the speckle pattern spray and speckle pattern stamp methods. Furthermore, the speckle pattern combination was capable of visualizing initial cracks during the elastic phase of tensile and shear tests. Additionally, this method demonstrated displacement results that were accurate and closely aligned with calibration data. The strain and Poisson's ratio visualized using the speckle pattern combination also showed the closest agreement with the theoretical values for aluminum.

The DIC simulation revealed that the PLA-GFRP composite material does not exhibit necking but tends to fail abruptly upon reaching the ultimate tensile strength (UTS). Poisson's ratio calculated using DIC showed relatively large values due to the small deformations observed in each region analyzed. Additionally, the tensile strain obtained from the DIC simulation demonstrated a linear decrease corresponding to the reduction in infill density. This finding confirms that infill density significantly influences the strength and strain behavior of both PLA and PLA-GFRP composites. The results from DIC analysis during tensile and shear tests, including Poisson's ratio, strain, fracture strain, and elastic modulus, can be effectively used as input parameters for finite element method (FEM) analysis. The strain data generated from the ABAQUS simulation is the same as the data generated from the DIC simulation. This indicates that data from the DIC simulation can be used as input data for the ABAQUS simulation.

Keywords: DIC, Deformation, Composite, Speckle Pattern, Strain