

INTISARI

Teknologi struktur *sandwich* yang diproduksi dengan proses *Additive Manufacturing* (AM) berbasis filamen polimer dan *core* berbasis topologi seluler atau *lattice* yang dicetak 3D mampu memberikan performa absorpsi energi yang cukup tinggi. Pengujian beban dinamis seperti uji impak *gas gun* dengan fitur perekaman impak yang mensimulasikan impak kecepatan tinggi dan uji impak dengan kondisi *oblique* pada *sandwich panel* menjadi tahapan penting dalam menentukan performa ketahanan impak *3D printed panel sandwich* pada kondisi impak yang luas. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat uji impak proyektil yang menggunakan metode *gas gun* dan fitur *oblique impact* dengan harga terjangkau.

Alat uji impak proyektil dirancang dengan 3 bagian alat yakni sistem peluncur, sistem pendeteksi impak, dan ruang impak. Sistem peluncur menggunakan *gas gun* dengan komponen utama yakni *barrel*, proyektil *ball bullet* 6 mm, *solenoid valve*, sensor tekanan yang membaca tekanan kerja *gas gun* yang terhubung ke kompresor, sensor kecepatan, dan sistem kelistrikan. Sistem pendeteksi impak menggunakan *loadcell*, *analog to digital converter* (ADC) ADS1256, dan mikrokontroler ESP32 sebagai sistem perekam fenomena impak. Ruang impak dibuat dengan rakitan *frame* dan pelat aluminium, pelat akrilik, dan EVA mate yang mempunyai fitur untuk melakukan impak dalam kondisi *oblique*. Spesimen impak yang akan diujikan yakni berbahan *Polylactic Acid* (PLA) dengan infill *honeycomb* berdensitas 15%. Pengujian diawali dengan proses kalibrasi, dilanjutkan pengujian performa tiap bagian alat dan pengujian pada spesimen impak.

Dari penelitian ini dihasilkan sebuah alat uji impak proyektil dengan sistem pengontrolan variasi kecepatan proyektil dari 1 hingga 6 bar, sistem pendeteksian impak yang merekam nilai gaya impak disertai aplikasi pengolah data gaya impak, dan sistem pengujian dalam keadaan *oblique* dengan fitur pengaturan pelat *sliding* di ruang impak. Melalui proses kalibrasi dan pengujian performa, diketahui bahwa kenaikan tekanan kerja berpengaruh dalam kenaikan kecepatan proyektil sekitar 26 hingga 66 m/s, yang nilainya konstan pada saat penerapan variasi sudut impak. Kecepatan proyektil diketahui lebih pelan dari kecepatan proyektil secara teoritis yakni sekitar 45% dikarenakan adanya rugi-rugi aliran di sistem peluncur. Semakin pendek jarak dinding dalam ruang impak dengan titik pantulan impak dan bersifat repetitif, akan meningkatkan kerusakan dinding *mate* ruang impak sehingganya perlu dilakukan pergantian *mate* jika kerusakan sudah lebih parah. Performa sistem perekaman impak perlu dipertimbangkan pergantian mikrokontroler dan ADC dengan pembacaan data lebih tinggi agar dapat membaca respon impak lebih detail. Pada pengujian spesimen PLA *sandwich panel*, sudut impak berpengaruh terhadap nilai *transmitted force* dan pola kerusakan panel dimana kenaikan sudut impak berpengaruh terhadap kenaikan nilai *transmitted force* pada spesimen dan juga mengubah pola kerusakan panel dari hanya bersifat indentasi permukaan hingga membuat proyektil tertanam sebagian di permukaan spesimen.

Kata kunci: Pengujian Impak Proyektil, *Oblique Impact*, *Polylactic Acid* (PLA)

ABSTRACT

Sandwich structure technology produced using Additive Manufacturing (AM) processes based on polymer filaments and 3D-printed cellular or lattice-based cores is capable of delivering high energy absorption performance. Dynamic load testing, such as gas gun impact tests with impact recording features that simulate high-velocity impacts and oblique impact tests on sandwich panels, are crucial steps in determining the impact resistance performance of 3D-printed sandwich panels under a wide range of conditions. This research aims to design and build a projectile impact tester that utilizes the gas gun method and oblique impact feature at an affordable price.

The projectile impact tester is designed with three segments: a launcher system, an impact detection system, and an impact chamber. The launcher system uses a gas gun with the main components being a barrel, a 6mm ball bullet projectile, a solenoid valve, a pressure sensor that reads the gas gun's working pressure connected to a compressor, a speed sensor, and an electrical system. The impact detection system uses a load cell, an ADS1256 analog-to-digital converter (ADC), and an ESP32 microcontroller to record the impact phenomenon. The impact chamber is constructed using an aluminum frame and plate assembly, an acrylic plate, and an evamat, that provides an oblique impact features. The impact specimens to be tested are made of Polylactic Acid (PLA) with a 15% density honeycomb infill. Testing begins with a calibration process, followed by performance testing of each component of the device and testing of the impact specimen.

This research resulted in a projectile impact tester with a control system for projectile velocity variations from 1 to 6 bar, an impact detection system that records impact force values along with an impact force data processing application, and an oblique testing system with a sliding plate adjustment feature in the impact chamber. Through the calibration and performance testing process, it was found that increasing working pressure increases projectile velocity by approximately 26 to 66 m/s, a value that remains constant when varying the impact angle. The projectile velocity is known to be slower than the theoretical projectile velocity, which is around 45% due to flow losses in the launcher system. The shorter the distance between the inner wall of the impact chamber and the point of impact ricochet with repetitive test, will increase the damage to the impact chamber evamat wall so that it is necessary to replace the mate if the damage is more severe. The performance of the impact recording system needs to be considered by replacing the microcontroller and ADC with higher data readings in order to read the impact response in more detail. In testing PLA sandwich panel specimens, the impact angle affects the transmitted force value and the panel damage pattern where the increase in the impact angle affects the increase in the transmitted force value on the specimen and also changes the panel damage behavior from only surface indentation to causing the projectile to be partially embedded in the specimen surface.

Keywords: Projectile Impact Testing, Oblique Impact, Polylactic Acid (PLA)