

## INTISARI

Material komposit dengan metode filament winding merupakan salah satu teknik manufaktur yang digunakan untuk membuat komponen berpenguat serat dalam industri manufaktur, seperti komponen struktural dalam industri penerbangan, otomotif, maritim, dan lainnya. Pada penelitian kali ini berfokus pada menghasilkan pipa komposit yang dibuat dengan metode pembuatan filament winding dari mesin yang sudah dirancang sebelumnya serta membandingkan kekuatan komposit berdasarkan sudut belitan yang akan dibuat yaitu sudut  $90^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  dan kombinasi dengan melakukan uji tekan aksial.

Penelitian dilakukan dengan merancang dan memodifikasi mesin pembuat pipa komposit yang mampu mengatur sudut belitan serat selama proses filament winding. Sampel pipa komposit diproduksi dengan menggunakan serat penguat jenis serat karbon yang diimpregnasi dengan matriks polimer epoxy resin dan epoxy hardener. Variasi sudut belitan yang dipilih meliputi sudut  $90^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  terhadap sumbu longitudinal pipa, dan juga kombinasi. Pengujian kekuatan uji tekan aksial dilakukan untuk mengukur respons mekanik pipa terhadap beban tekan berupa bagaimana suatu material menyerap energi selama proses deformasi atau patahan. Parameter yang didapat dari penelitian ini yaitu beban puncak, beban rata-rata, *crush load efficiency*, dan juga *energy absorption*.

Dari hasil pengujian material pipa komposit dengan pola sudut belitan kombinasi memiliki nilai beban puncak yang paling tinggi yaitu 16,058 kN dan juga nilai *energy absorption* yang paling besar yaitu 97,95 J. Besarnya beban puncak dan energi yang diserap menurun seiring dengan peningkatan orientasi sudut belitan namun presentase *crushing load efficiency* meningkat seiring dengan peningkatan orientasi sudut belitan. Dari hasil pengujian didapat tiap variasi sudut lilitan menghasilkan karakteristik respons pembebanan aksial yang berbeda dengan begitu maka proses modifikasi mesin *filament winding* mampu menghasilkan pipa komposit dengan variasi sudut lilitan  $90^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  dan kombinasi.

Kata kunci: *filament winding*, *helical winding*, *hoop winding*, *Energy Absorption*

## ABSTRACT

Composite material using the filament winding method is one of the manufacturing techniques used to make fiber-reinforced components in the manufacturing industry, such as structural components in the aviation, automotive, maritime, and other industries. This research focuses on producing composite pipes made using the method of making filament winding from a previously designed machine and comparing the strength of the composite based on the winding angles to be made  $90^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  and a combination of carrying out axial compression tests.

This study was carried out by designing and modifying a composite pipe making machine that is able to adjust the fiber winding angle during the filament winding process. The composite pipe sample was produced using carbon fiber type reinforcement impregnated with a polymer matrix of epoxy resin and epoxy hardener. Variations in the winding angles selected include angles of  $90^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  to the longitudinal axis of the pipe, as well as combinations. Testing the strength of the axial compression test is carried out to measure the mechanical response of the pipe to compressive loads in the form of how a material absorbs energy during deformation or fracture processes. The parameters obtained from this research are peak load, average load, crush load efficiency, and energy absorption.

From the results of testing the composite pipe material with the combined winding angle pattern has the highest peak load value of 16,058 kN and the highest energy absorption value of 97,95 J. The amount of peak load and absorbed energy decreases with increasing winding angle orientation but the percentage of crushing load efficiency increases as the orientation of the winding angle increases. From this research it was found that each variation of winding angle produces different axial load response characteristics, so the filament winding machine modification process is able to produce composite pipes with winding angle variations of  $90^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  and combinations..

Key words: filament winding, helical winding, hoop winding, energy absorption