

# NUMERICAL STUDY OF LIMIT PRESSURE OF PVC PIPE REINFORCED WITH FIBER PALM SUBJECTED TO INTERNAL AND EKSTERNAL PRESSURE

Adi Yusuf Setiawan<sup>1</sup>, Asnawi Lubis<sup>2</sup> and Jamiatul Akmal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Dosen jurusan teknik mesin , Fakultas Teknik, Universitas Lampung

## Abstract

Piping system is very important in modernt live, especially in industries. Pipe is usually used to convey fluids as liquid or gases. Most of pipe are made from steel (metal), because of it's strength and resistance to high temperature. However, there is disavantage of using metal pipe, it is corroded. Corrossion on metal pipe can be prevented by cathodic prevention, but it would be expensive and only for temporary inhibition. Nowadays, there are many companies using composite pipes, because it is more enviromentally friendly and not coroded. Glass Reinforced Plastic (GRP) is the most often used composite pipe, but it is relatively expensive. The present study is intended to investigate the setrength of PVC pipe reinforced with fiber palm filament windings. The limit pressure was evaluated numerically using ANSYS 15 software finite element method. The type of element used is SHELL 281. Limit internal pressure was obtained through a nonlinear analysis using Newton Raphson alogarithm and buckling load due to external pressure was evaluated using the Arc-Lenth methods. Limit pressure was evaluated for PVC without filament winding and with filament winding. The winding angles were  $0^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  and  $75^{\circ}$ . The diameter of PVC pipe is 3 in and thickness of PVC pipe was 1.8 mm. The thickness of filament winding was 6 mm for one layer and 12 mm for two layers. The results show that internal limit pressure was 0.98 times pressure to yield ( $P_y$ ) for PVC without winding. Limit internal pressure for one layer winding was  $27.49 P_y$ , and for two layers, it was  $47.92 P_y$ . For one layer, the maximum limit pressure was obtained for winding angle of  $0^{\circ}$ . For two layers, the maximum limit pressure was obtained for winding angle of  $75^{\circ}$ . Buckling load due to internal pressure was 13.45 MPa for PVC without wnding, 22.29 MPa for one layer winding and 100.45 MPa for two layers winding. It was observed that for external pressure, the buckling load was not influenced by the winding angle.

Keywords : PVC Pipe, Composite, Winding Angle, Limit Pressure, Buckling Load

# STUDI NUMERIK LIMIT TEKANAN PIPA PVC BERPENGUAT IJUK DENGAN BEBAN TEKANAN INTERNAL DAN EKSTERNAL

Adi Yusuf Setiawan<sup>1</sup>, Asnawi Lubis<sup>2</sup> dan Jamiatul Akmal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Dosen jurusan teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

## Abstrak

Sistem perpipaan adalah sarana yang penting dalam kehidupan modern, terutama pada sektor industri. Di industri biasanya pipa digunakan sebagai media penghantar fluida, Pada umumnya pipa yang digunakan terbuat dari logam karena kuat dan tahan temperatur tinggi. Tetapi pipa logam mempunyai permasalahan yaitu korosi. Korosi bisa dikendalikan dengan berbagai cara, misalnya dengan metode perlindungan katodik. Tetapi metode tersebut masih mahal dan hanya menghambat korosi sementara. Seiring berkembangnya zaman banyak perusahaan yang menggunakan pipa komposit karena pipa komposit lebih ramah lingkungan dan tahan korosi. Pipa komposit yang sering digunakan adalah *Glass Reinforcement Plastic* (GRP). Penelitian ini diperluas dengan mengganti pipa komposit GRP menjadi pipa PVC yang dilapisi dengan lilitan komposit serat ijuk. Kekuatan (limit tekanan) dievaluasi secara numerik dengan menggunakan *software* ANSYS 15 yang berbasis metode elemen hingga. Jenis elemen yang digunakan adalah Elemen SHELL 281. Limit tekanan *internal* diperoleh melalui analisis non linier menggunakan algoritma Newton Raphson dan limit tekanan *eksternal* (beban buckling) diperoleh dengan metode Arc Length. Nilai limit tekanan dievaluasi untuk nilai sudut *winding*  $0^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$ . Diameter pipa yang digunakan adalah 3 in dan tebal 1,8 mm. Tebal satu lapisan ijuk adalah 6 mm dan tebal dua lapisan ijuk adalah 12 mm. Hasil penelitian menunjukkan limit tekanan *internal* PVC sebesar 0,98 kali nilai tekanan luluh  $P_y$ . limit tekanan internal tertinggi untuk pipa PVC satu lapisan ijuk adalah  $27,49 P_y$  terdapat pada sudut *winding*  $0^{\circ}$  dan limit tekanan internal tertinggi untuk pipa PVC dua lapisan ijuk adalah  $47,92 P_y$  terdapat pada sudut *winding*  $75^{\circ}$ . Limit tekanan *eksternal* PVC sebesar 13,45 MPa, Limit *eksternal pressure* PVC satu lapisan ijuk dan dua lapisan ijuk masing-masing 22,29 MPa dan 100,45 MPa. Pada pembebanan *eksternal pressure* sudut *winding* tidak berpengaruh pada beban *buckling*. beban *buckling* hanya dipengaruhi oleh ketebalan.

Kata kunci : Pipa PVC, Pipa Komposit, *Winding*, Limit Tekanan, Lapisan Ijuk.