

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika adalah salah satu bidang ilmu yang membahas tentang gejala-gejala yang terjadi dalam kehidupan dan alam semesta baik yang linear maupun yang *nonlinear*. Gejala *nonlinear* adalah fenomena umum dalam fisika karena hampir semua fenomena alam semesta bersifat *nonlinear* (Mardhyiah, 2014). Dari banyaknya gejala *nonlinear* yang ada, terdapat sebuah gejala menarik yang terbentuk dari sebuah kombinasi, yaitu kombinasi antara gejala *nonlinear* dengan karakter medium tempat terjadinya gejala tersebut dalam waktu tertentu, fenomena ini disebut soliton.

Soliton adalah gelombang *nonlinear* yang dapat mempertahankan bentuknya selama penjalaran dalam kecepatan tertentu dengan kecepatan konstan. Soliton terjadi disebabkan oleh efek *nonlinear* dan efek dispersif dalam medium. Efek dispersif merujuk pada hubungan dispersi, hubungan antara frekuensi dan kecepatan gelombang dalam medium (Hidayati, 2005). Soliton merupakan gelombang *nonlinear* yang cepat rambatnya dipengaruhi oleh amplitudo. Fenomena soliton ini terjadi pada tahun 1834, ketika Jhon Scott Russel mengamati suatu gerak gelombang tunggal yang bergerak sepanjang kanal tanpa mengalami perubahan bentuk maupun pengurangan laju rambat gelombang (Peter, 1978).

Soliton pada umumnya dideskripsikan melalui persamaan diferensial parsial *nonlinear*. Beberapa persamaan yang dapat mendeskripsikan fenomena soliton adalah persamaan Burger (Chen, 2016), persamaan Korteweg-de Vries (Theodorakopoulos, 2006), persamaan Camassa-Holm (Debnath, 2012), persamaan

Sine-Gordon (Zhou, 2017), persamaan Degasperis-Procesi (Debnath, 2012), dan persamaan Schrödinger *nonlinear* (Agrawal, 2001). Penelitian ini akan difokuskan pada persamaan Schrödinger *Nonlinear* (*Nonlinear Schrödinger* / NLS). Persamaan ini dapat menjelaskan banyak fenomena *nonlinear* termasuk fiber optik *nonlinear* (Agrawal, 2001), model dinamika protein (Fordy, 1990), fisika plasma (Stenflo dan Yu, 1997), single fokus pada pulsa laser (Sulem dan Sulem, 1999) dan banyak bidang lainnya.

Dalam beberapa tahun terakhir telah banyak upaya dilakukan untuk memecahkan persamaan NLS tersebut. Berbagai metode numerik telah digunakan seperti metode spektral (Bao dkk, 2003), metode beda hingga (Delfour dkk, 1981), metode elemen berhingga (Dag, 1999), dan banyak metode lainnya. Teknik numerik ini sangat penting untuk memahami perilaku fisik dari persamaan NLS (Dehghan, 2006).

Metode spektral dapat menjadi solusi persamaan differensial biasa, differensial parsial, dan dapat menentukan nilai eigen suatu fungsi (Canuto dkk, 1988). Metode ini dapat menjadi solusi *Partial Differential Equations* (PDE) bergantung waktu karena akurasi spasial spektralnya. Pada kondisi batas periodik digunakan metode *Fourier Pseudo-Spectral Splitting* (FPTS) sedangkan pada kondisi batas non-periodik digunakan metode Polinomial Jacobi (Dehghan dan Taleei, 2009). Salah satu jenis metode spektral adalah metode *Discrete Variable Representation* (DVR).

Pada kasus *nonlinear* yang sangat rumit, metode DVR / pseudo-spektral lebih cocok digunakan daripada metode spektral lain karena metode ini mudah

dibahasakan dalam bahasa pemrograman dan algoritmanya mudah dikompilasi (Dehghan dan Taleei, 2009). Metode DVR ini dapat digunakan untuk mengkalkulasi elemen matriks dari permasalahan 1-dimensi dinamika kuantum dan diaplikasikan pada osilator anharmonik (Harris dkk, 1965). Diterapkannya metode DVR / Pseudo-Spektral di variabel ruang dan waktu yang didasarkan pada titik Chebyshev-Gauss-Lobatto (CGL) telah dilakukan oleh Dehghan dan Taleei (2009). Penerapan CGL dengan metode DVR / Pseudo-Spektral juga telah dilakukan oleh El-Baghdady dan El-Azab (2016) yaitu pada persamaan difusi. Penelitian ini berdasarkan penelitian Dehghan dan Taleei, namun pada penelitian ini akan diuraikan secara rinci penurunan persamaan NLS menggunakan metode DVR dan juga mencari solusi sistem *nonlinear* menggunakan metode Newton-Rapshon.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh solusi dari persamaan NLS menggunakan metode DVR serta menunjukkan kemungkinan ditemukannya soliton sebagai solusi dari persamaan NLS. Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan analisis terkait penggunaan metode DVR / pseudo-spektral pada ruang-waktu untuk mendapatkan solusi persamaan NLS.
2. Agar dapat menampilkan bentuk solusi persamaan NLS pada sebuah *software* komputer.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini meliputi penurunan persamaan untuk mendapatkan solusi persamaan NLS, visualisasi program dan analisa hasil akhir

yang didapat. Batasan masalah yang perlu ditentukan agar penelitian terarah dan sesuai tujuan yaitu :

1. Metode yang digunakan untuk menentukan solusi NLS adalah DVR.
2. *Software* yang digunakan untuk visualisasi program adalah MatLab.

