

# Tailoring Spatial Solitons Characteristics and its Dynamical Behaviors in Nonlinear Reflection Gratings

Husin Alatas<sup>1</sup>, Alexander A. Iskandar<sup>2</sup>, and May O. Tjia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Indonesia Center for Theoretical & Mathematical Physics, and Theoretical Physics Division,  
Department of Physics, Bogor Agricultural University  
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

<sup>2</sup>Physics of Magnetism and Photonics Research Division, Bandung Institute of Technology  
Jl. Ganesha 10, Bandung 40132, Indonesia

## Abstrak

Sistem fotonik periodik merupakan salah satu konfigurasi optik yang penting dan memiliki banyak penerapan diantaranya sebagai filter, modulator dan lain sebagainya. Telah banyak dikaji orang bahwa penggunaan material nonlinier di dalam konfigurasi tersebut akan menambah perbendaharaan fungsinya. Diantara jenis material nonlinier yang dimaksud adalah material Kerr yang memiliki sifat indeks bias yang bergantung pada intensitas gelombang elektromagnetik yang melewatinya. Sifat ini secara mendasar mengubah perilaku sistem, sehingga dapat menampung gejala yang sebelumnya tidak teramati dalam material linier konvensional. Salah satu gejala yang penting dan berguna adalah gejala *self-focusing* dan *self-defocusing* yang mampu menjaga sebuah berkas cahaya untuk tidak mengalami difraksi ketika melalui sistem terkait.

Dalam penelitian ini telah dikaji karakteristik propagasi berkas cahaya stabil yang melewati medium Kerr, yang lazim disebut sebagai soliton spasial. Terdapat dua jenis soliton spasial, yaitu soliton spasial *bright* dan *dark*. Secara khusus struktur sistem optik yang ditinjau dalam kajian ini adalah grating refleksi nonlinier yang terdiri atas dua atau lebih material Kerr yang berbeda, yang disusun secara periodik. Dalam sistem periodik ini, akibat adanya pemantulan dan penerusan gelombang elektromagnetik pada batas antara dua medium yang berbeda, maka dalam pemodelannya gelombang yang berpropagasi dibedakan atas gelombang maju dan gelombang mundur. Akibat sifat nonlinier medium, kedua gelombang tersebut berinteraksi secara nonlinier dan dalam

kondisi tertentu mampu mengimbangi gejala difraksi sehingga memunculkan soliton spasial.

Sebagai hasil, telah diperoleh solusi soliton spasial *bright* dan *dark* melalui modifikasi cara sederhana dari pendekatan yang sebelumnya dipergunakan oleh peneliti lain tanpa menerapkan pembatasan tertentu pada parameter fisik. Hubungan parameter sistem yang bersangkutan terungkap dalam bentuk struktur aljabar yang memiliki pola simetri tertentu, berbeda dengan hasil sebelumnya yang merupakan kasus khusus dengan derajat simetri yang lebih tinggi sesuai dengan batasan yang lebih spesifik bagi parameter. Melalui analisis yang rinci terhadap ruang parameter dengan jelas diperoleh daerah untuk spesies soliton spasial yang berbeda berdasarkan variasi parameter. Sebuah skema kerja praktis telah diformulasikan untuk menggambarkan karakteristik soliton menurut aturan yang relatif sederhana agar dapat dipergunakan lebih lanjut untuk studi proses dinamika propagasi soliton di dalam sistem.

Studi lanjut yang dilakukan terhadap dinamika superposisi linier dari dua soliton *bright* menunjukkan bahwa keduanya dapat berinteraksi tarik-menarik atau tolak-menolak seperti yang diamati di media homogen, tergantung pada beda fase antara kedua soliton spasial tersebut. Sedangkan untuk soliton spasial *dark* yang memiliki lebar relatif cukup besar, diperoleh fakta menarik bahwa profil tersebut akan mengalami pencabangan dengan jumlah cabang yang proporsional dengan lebar profil dan perbandingan amplitudo antara gelombang maju dan gelombang mundur.