

**IMPLEMENTASI ALGORITMA RR-PSO YANG CEPAT,  
STABIL DAN ROBUST UNTUK INVERSI DISPERSI  
GELOMBANG RAYLEIGH DAN VERTICAL  
ELECTRICAL SOUNDING**

**Nama** : Dharma Arung Laby  
**NRP** : 1111 100 027  
**Jurusan** : Fisika  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya S, S.U.  
Sungkono, M.Si.

**Abstrak**

*Akhir-akhir ini, parameter fisis bawah permukaan seperti kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ) dan resistivitas ( $\rho$ ) banyak dimanfaatkan untuk investigasi geoteknik dan studi lingkungan. Salah satunya, untuk karakterisasi dan monitoring tanggul. Inversi merupakan kunci utama dalam mengestimasi parameter  $V_s$  pada analisis dispersi gelombang Rayleigh dan  $\rho$  pada vertical electrical sounding (VES). Oleh karena itu, diperlukan algoritma inversi yang cepat, stabil dan robust terhadap noise serta mampu menyediakan informasi ketidakpastian dalam mengestimasi parameter tersebut. Pada penelitian ini, telah dikembangkan algoritma inversi berbasis RR-PSO untuk inversi kurva dispersi dan data VES. Tahap pertama pada penelitian ini, dilakukan simulasi numerik untuk mengetahui kapabilitas algoritma RR-PSO dalam mengoptimasi fungsi multi-modal. Pada simulasi numerik ini, dilibatkan beberapa algoritma lain sebagai pembanding. Setelah itu, algoritma RR-PSO diuji validitasnya dalam menginversi kurva dispersi dan data VES. Pada uji validitas ini, algoritma RR-PSO diimplementasikan pada data sintetik. Data sintetik yang digunakan terdiri dari dua jenis, yaitu data yang bebas noise dan data yang terkontaminasi noise. Uji validitas yang dilakukan meliputi: (1) perhitungan similarity index (SI); (2) estimasi ketidakpastian solusi menggunakan standar deviasi dan jangkauan interkuartil. Pada*

*tahap terakhir, algoritma RR-PSO diimplementasikan pada kurva dispersi dan data VES lapangan tanggul LUSI P.79 – P.82. Hasil inversi yang berupa model  $V_s$  dan  $\rho$  satu dimensi, digunakan untuk merekonstruksi kondisi bawah permukaan tanggul. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma RR-PSO memiliki performa yang cepat, stabil dan robust terhadap noise baik pada inversi dispersi gelombang Rayleigh maupun VES. Serta, mampu mengestimasi parameter bawah permukaan dengan tepat. Di samping itu, algoritma ini juga mampu menginterpretasikan keadaan bawah permukaan tanggul dengan baik. Sehingga, dapat digunakan untuk menilai kestabilan tanggul.*

**Kata Kunci :** *Kecepatan gelombang geser, resistivitas, dispersi gelombang Rayleigh, VES, RR-PSO, inversi, optimasi global, estimasi ketidakpastian.*

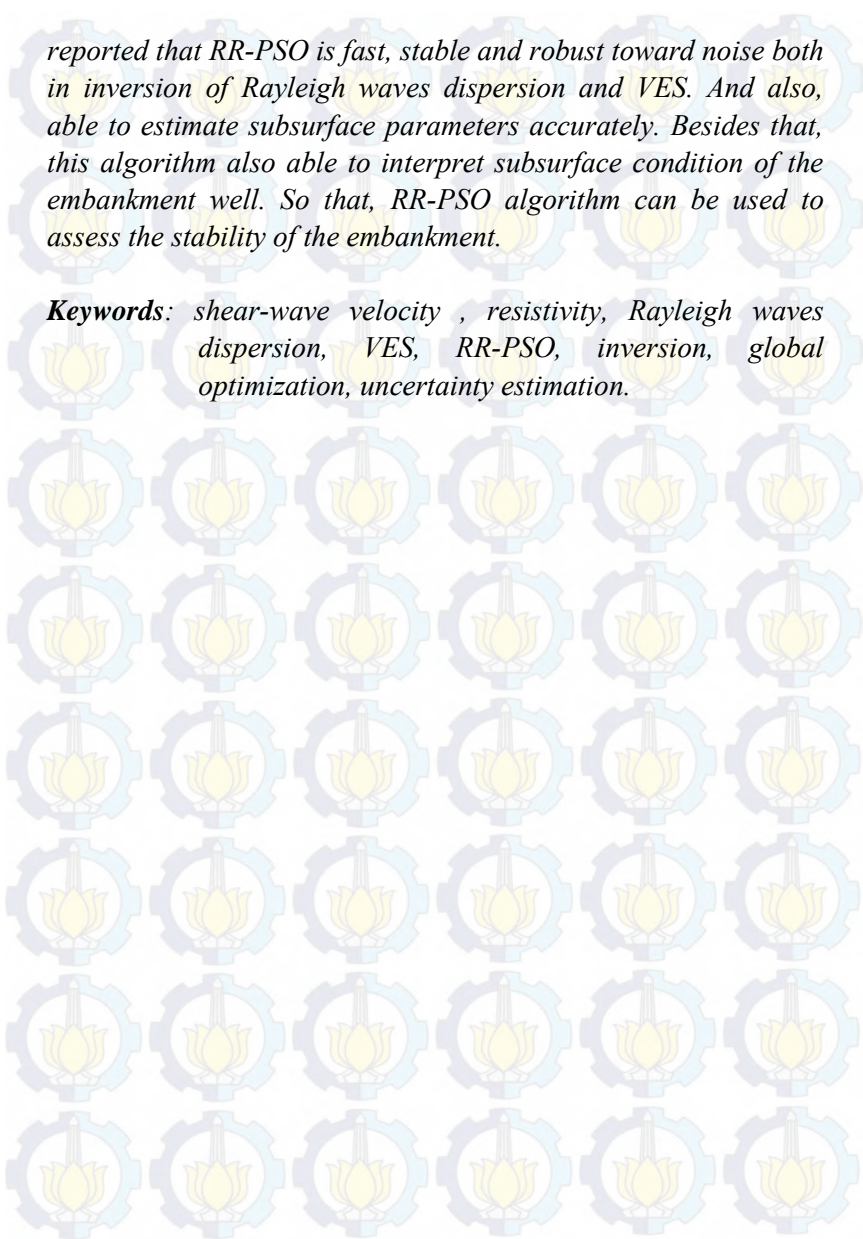
# FAST, STABLE AND ROBUST INVERSION OF RAYLEIGH WAVES DISPERSION AND VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING USING RR-PSO ALGORITHM

**Name** : Dharma Arung Laby  
**NRP** : 1111100027  
**Department** : Physics  
**Supervisors** : Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya S, S.U.  
Sungkono, M.Si.

## Abstract

*Recently, subsurface parameters such as shear-wave velocity ( $V_s$ ) and resistivity ( $\rho$ ) are widely used to geotechnical and enviromental studies. One of them is embankment characterization and monitoring. Inversion is the key point to obtain  $V_s$  in Rayleigh waves dispersion analysis and  $\rho$  in vertical electrical sounding (VES). Therefore, the fast, stable, and robust inversion algorithm which is also able to estimate the uncertainty is needed. In this work, the RR-PSO algorithm for dispersion curves and VES data inversion has been developed. Firstly in this work, the numerical experiment is conducted to know the capability of RR-PSO algorithm in optimizing multimodal function. In the numerical experiment, the other algorithms are involved for comparison. After that, the validity of RR-PSO in dispersion curves and VES data inversion is tested. In this test, RR-PSO algorithm is implemented on synthetic data. The synthetic data used are of two types, namely noise-free and noise-contaminated data. The validity test that is conducted, i.e., (1) the calculation of similarity index (SI); (2) the uncertainty estimation using standard deviation and interquartile range. In the last part, RR-PSO is implemented on field data that acquired in LUSI embankment P.79 – P.82. Then, the inversion result is used to reconstruct subsurface condition of the embankment. This work*





*reported that RR-PSO is fast, stable and robust toward noise both in inversion of Rayleigh waves dispersion and VES. And also, able to estimate subsurface parameters accurately. Besides that, this algorithm also able to interpret subsurface condition of the embankment well. So that, RR-PSO algorithm can be used to assess the stability of the embankment.*

**Keywords:** *shear-wave velocity , resistivity, Rayleigh waves dispersion, VES, RR-PSO, inversion, global optimization, uncertainty estimation.*