

ABSTRAK

Nama : Eneng Yulia Pebryanti

NIM : 1227030013

Title : Implementasi Transformer Pada Arsitektur GPRNet Untuk Pemodelan Kecepatan Gelombang Elektromagnetik

Ground Penetrating Radar (GPR) merupakan metode geofisika non-destruktif yang digunakan untuk mengkaji kondisi bawah permukaan dangkal berdasarkan perambatan gelombang elektromagnetik. Salah satu parameter penting dalam interpretasi data GPR adalah kecepatan rambat gelombang elektromagnetik. Namun, estimasi kecepatan gelombang elektromagnetik umumnya masih dilakukan menggunakan analisis kurva hiperbola atau inversi berbasis model fisika. Kedua metode tersebut memerlukan proses yang cukup rumit dan hasilnya dipengaruhi oleh model awal yang digunakan. Penelitian ini bertujuan memodifikasi arsitektur GPRNet dengan menambahkan satu *Transformer Block* pada bagian *bottleneck* jaringan GPRNet tanpa mengubah struktur *encoder*, *pyramid convolution*, dan *decoder*. Penelitian menggunakan 10.000 data sintetik hasil *forward modeling Finite Difference Time Domain* (FDTD). Model GPRNet dan GPRNet-Transformer dilatih dan diuji menggunakan data yang sama, kemudian dievaluasi berdasarkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) dan koefisien determinasi (R^2). Pada tahap pengujian, GPRNet-Transformer memperoleh nilai MSE yang lebih rendah sebesar 0,000099403 dan R^2 yang lebih tinggi sebesar 0,96071, dibandingkan GPRNet dengan nilai MSE sebesar 0,000110914 dan R^2 sebesar 0,95616. Selain itu, hasil prediksi GPRNet-Transformer menghasilkan kurva kecepatan yang lebih mendekati ground truth dibandingkan GPRNet. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan *Transformer Block* pada arsitektur GPRNet memberikan hasil pemodelan kecepatan gelombang elektromagnetik yang lebih baik pada data sintetik GPR tanpa mengubah struktur utama GPRNet.

Kata Kunci: *Ground Penetrating Radar*, kecepatan gelombang elektromagnetik, GPRNet, Transformer, *deep learning*.

ABSTRACT

Name : Eneng Yulia Pebryanti

NIM : 1227030013

Title : Implementation of Transformer in GPRNet Architecture for Electromagnetic Wave Velocity Modeling

Ground Penetrating Radar (GPR) is a non-destructive geophysical method used to investigate shallow subsurface conditions based on the propagation of electromagnetic waves. One of the key parameters in GPR data interpretation is the electromagnetic wave velocity. However, electromagnetic wave velocity is commonly estimated using hyperbola curve analysis or physics-based inversion methods. These conventional approaches require relatively complex processing and their results are highly dependent on the initial model. This study aims to modify the GPRNet architecture by adding a single Transformer Block to the bottleneck of the network while preserving the original encoder, pyramid convolution, and decoder structures. The study used 10,000 synthetic datasets generated through Finite Difference Time Domain (FDTD) forward modeling. Both GPRNet and GPRNet-Transformer were trained and tested using the same dataset and evaluated using the Mean Squared Error (MSE) and the coefficient of determination (R^2). During the testing stage, GPRNet-Transformer achieved a lower MSE of 0.000099403 and a higher R^2 of 0.96071, compared with GPRNet, which obtained an MSE of 0.000110914 and an R^2 of 0.95616. In addition, the velocity profiles predicted by GPRNet-Transformer were closer to the ground truth than those produced by GPRNet. These results indicate that incorporating a Transformer Block into the GPRNet architecture improves electromagnetic wave velocity modeling on synthetic GPR data without modifying the main architecture of GPRNet.

Keywords: Ground Penetrating Radar, electromagnetic wave velocity, GPRNet, Transformer, deep learning.