

## INTISARI

### **Simulasi Perambatan Gelombang P-SV Pada Media Elastik Heterogen 2D Menggunakan Metode Spektral Elemen Berbasis *Graphics Processing Unit*: Studi Kasus Gempa Vulkanik-tektonik (VT) Gunung Merapi, Jawa, Indonesia**

Oleh

Indra Rudianto

11/316854/PA/13977

Dalam konteks perambatan gelombang seismik pada seismologi regional dan global, diperlukan kalkulasi seismogram sintetik secara cepat dan akurat menggunakan pemodelan numerik. Salah satu pendekatan yang paling banyak digunakan adalah metode *finite difference* (FDM) dengan derajat kompleksitas yang bervariasi. Karena keberadaan topografi permukaan, implementasi metode FDM menjadi lebih sulit. Oleh karena itu, dikenalkan metode spektral elemen (SEM) untuk menangani masalah tersebut.

Kami menyajikan implementasi metode SEM untuk simulasi perambatan gelombang P-SV pada media elastik 2D berbasis *Graphics Processing Unit* (GPU). Untuk validasi numerik, dilakukan beberapa perbandingan. Kami membandingkan metode ini dengan solusi analitis untuk memperkirakan tingkat akurasi metode. Kami juga membandingkan hasil simulasi metode SEM dengan metode FDM pada medium homogen dengan topografi. Selain itu, kami menerapkan metode SEM untuk simulasi pada model geologi realistik untuk studi kasus gempa Vulkanik-tektonik (VT) di Gunung Merapi, Jawa, Indonesia. Untuk mengetahui tingkat kecepatan komputasi menggunakan GPU, kami membandingkan waktu simulasi antara Serial (1 CPU), multi-CPU, dan multi-GPU.

Untuk medium homogen sederhana, kami memperoleh hasil yang sangat baik antara metode spektral elemen dengan solusi analitis. Pada studi kasus gempa Merapi, metode ini dapat mengampu topografi berundulasi dan batas lapisan melengkung (*curved interface*) dengan sangat mudah. Simulasi dengan menggunakan multi-CPU dapat meningkatkan kecepatan komputasi hingga 8 kali dibanding dengan Serial. Dengan menggunakan multi-GPU, kecepatan komputasi dapat ditingkatkan hingga 5 kali dibanding dengan multi-CPU, dan hingga 40 kali dibanding dengan Serial.

**Kata Kunci:** metode spektral elemen, perambatan gelombang seismik, GPU, vulkanik-tektonik, gunung merapi

## ABSTRACT

### **Simulation of P-SV Wave Propagation In 2D Heterogeneous Elastic Media Using Spectral Element Method Based On Graphics Processing Unit: Case Study of Volcano-tectonic (VT) Earthquake at Merapi Volcano, Java, Indonesia**

By

Indra Rudianto

11/316854/PA/13977

In the context of seismic wave propagation in both regional and global seismology, the accuracy of synthetic seismogram calculated using numerical modeling has become a necessity. One of the most widely used approach is the finite difference method (FDM) with varying degree of sophistication. Unfortunately, significant difficulties arise in the present of surface topography. Therefore, spectral element method (SEM) is introduced to overcome these problems.

We present an implementation of SEM method for P-SV wave propagation simulation in 2D elastic media based on Graphics Processing Unit (GPU). We perform several benchmarks for numerical validation. We successfully benchmark the method against analytical solution to estimate its accuracy. We also successfully benchmark the method against finite-difference method for a homogeneous medium with topography. In addition, we implement the method for simulation on a realistic geological model to study Volcano-tectonic (VT) earthquake at Merapi volcano, Java, Indonesia. We also analyze GPU computing speed by comparing the simulation time elapsed between Serial (1 CPU), multi-CPU, and multi-GPU.

For a simple homogeneous medium, we obtain an excellent agreement. For a realistic geological model of a case study of Merapi earthquake, the method can easily handle topography and curved interface in the model. Simulation with multi-CPU can speed up the computation by a factor of 8 compared to Serial. By using multi-GPU, we can speed up the computation by a factor of 5 compared to multi-CPU, and by a factor of 40 compared to Serial.

**Keywords:** spectral element method, seismic wave propagation, GPU, volcano-tectonic, merapi volcano