

REVITALISASI RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN *TOTAL ELECTRON CONTENT* UNTUK PERINGATAN DINI GEMPA BUMI

Atanasius Tora Rangga Kaleka
20/456114/TK/50244

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 12 Juli 2024
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Gempa tektonik adalah fenomena alam yang merusak dan dapat kapan saja terjadi diakibatkan oleh pergeseran lempeng tektonik. Prekursor TEC (*Total Electron Content*) dapat memprediksi gempa bumi karena perubahan keadaan ionosfer, disebabkan oleh pelepasan gas radon yang menghasilkan elektron bebas di ionosfer sebelum gempa. Telah terdapat sistem pengukuran TEC di DTNTF UGM (Departemen Teknik Nuklir Teknik Fisika Universitas Gadjah Mada), akan tetapi terdapat beberapa kekurangan dari segi efektivitas dan efisiensi sehingga diperlukan revitalisasi rancang bangun sistem pengukuran total electron content untuk peringatan dini gempa bumi.

Revitalisasi dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental laboratoris dengan akuisisi data primer frekuensi, *pseudorange*, dan elevasi satelit. Sistem ini menggunakan *hardware* modul GNSS (*Global Navigation Satellite System*) dan antena yang diintegrasikan dengan mikroprosesor dalam jaringan internet serta sinkronisasi dan penyimpanan *cloud*. Pengujian dan analisis efektivitas langkah dan efisiensi waktu pengukuran dilakukan untuk membuat sistem bekerja optimal.

Revitalisasi ini berhasil meningkatkan efisiensi dari yang sebelumnya 6 langkah manual menjadi hanya 2 langkah secara otomatis yaitu akuisisi dan pengiriman data pada antena, modul GNSS, dan *Raspberry Pi* serta menerima, menampilkan, dan menyimpan data *vTEC* pada *Google Drive*, *Google Sheets*, dan *Drive Cloud*. Efisiensi waktu berhasil ditingkatkan sebelumnya 1440 menit menjadi paling lama 66 menit dengan rerata waktu pengukuran 60,67 menit. Implementasi algoritma TEC dari penelitian sebelumnya, dapat digunakan untuk peringatan dini gempa bumi.

Kata kunci: *Revitalisasi, Total Electron Content, efektivitas, efisiensi, pengukuran*

Pembimbing Utama : Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D., IPU

Pembimbing Pendamping : Ir. Memory Motivanisman Waruwu, M.Eng., IPM



REVITALIZATION OF TOTAL ELECTRON CONTENT MEASUREMENT SYSTEM DESIGN FOR EARLY WARNING OF EARTHQUAKES

Atanasivs Tora Ranga Kaleka
20/456114/TK/50244

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on 12 July 2024
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

Tectonic earthquakes are destructive natural phenomena that can occur at any time due to the shifting of tectonic plates. TEC (Total Electron Content) precursors can predict earthquakes because of changes in the ionosphere caused by the release of radon gas, which generates free electrons in the ionosphere before an earthquake. A TEC measurement system already exists at the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics, Universitas Gadjah Mada. However, there are several shortcomings in terms of effectiveness and efficiency, necessitating the revitalization of the TEC measurement system design for early earthquake warning.

The revitalization is carried out using an experimental laboratory method with primary data acquisition of satellite frequency, pseudorange, and elevation. This system uses GNSS (Global Navigation Satellite System) module hardware and antennas integrated with microprocessors in an internet network, along with cloud synchronization and storage. Testing and analysis of the effectiveness and time efficiency of the measurement steps are performed to optimize system performance.

This revitalization successfully increased efficiency from the previous six manual steps to just two automatic steps: data acquisition and transmission via the antenna, GNSS module, and Raspberry Pi, as well as receiving, displaying, and storing vTEC data on Google Drive, Google Sheets, and Drive Cloud. Time efficiency was improved from the previous 1440 minutes to a maximum of 66 minutes, with an average measurement time of 60.67 minutes. The implementation of the TEC algorithm from previous research can be used for early earthquake warning.

Keywords: *Revitalization, Total Electron Content, effectiveness, efficiency, measurement*

Supervisor : Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D., IPU

Co-supervisor : Ir. Memory Motivanisman Waruwu, M.Eng., IPM

