

## **ABSTRAK**

# **ESTIMASI CADANGAN KARBON DENGAN TEKNIK RADAR POLARIMETRIK INTERFEROMETRI (POLINSAR) DALAM PERSPEKTIF MITIGASI PERUBAHAN IKLIM (WILAYAH STUDI: SULAWESI TENGGARA)**

Oleh

**La Ode Muhammad Golok Jaya**

**NIM: 35113006**

**(Program Studi Doktor Teknik Geodesi dan Geomatika)**

Pemetaan cadangan karbon merupakan langkah awal untuk mempelajari perubahan iklim akibat meningkatnya emisi karbon dan gas rumah kaca lainnya. Tersedianya informasi geospasial cadangan karbon dengan akurasi yang baik akan dapat mempertegas upaya-upaya mitigasi yang ditempuh akibat terjadinya perubahan iklim, misalnya melalui konservasi cadangan karbon, perluasan kawasan cadangan karbon maupun pengawasan dan monitoring kawasan dengan nilai karbon tinggi.

Untuk memperoleh informasi geospasial cadangan karbon, penerapan teknik penginderaan jauh telah menjadi salah satu *tool* yang disarankan dan digunakan secara luas oleh para peneliti selama beberapa dekade terakhir. Namun demikian, kondisi tutupan awan, kabut dan asap yang sering terjadi, khususnya di wilayah Indonesia, menyebabkan pentingnya memilih sistem penginderaan jauh yang sesuai dengan kondisi tersebut. Penginderaan jauh radar memiliki kemampuan penetrasi terhadap tutupan awan, kabut maupun asap dan dapat beroperasi siang maupun malam. Oleh karena itu, sistem penginderaan jauh radar diyakini sebagai solusi yang paling baik dalam konteks permasalahan ini.

Akan tetapi, sistem penginderaan jauh radar memiliki keterbatasan dalam pemetaan cadangan karbon khususnya bila hanya memanfaatkan informasi dari polarisasi radar yakni melalui analisis *backscatter*-nya saja. Terjadinya saturasi menyebabkan tidak akuratnya informasi cadangan karbon yang dihasilkan. Ketidakakuratan tersebut akan menyebabkan kerugian dalam perhitungan nilai karbon bila dikaitkan dengan nilai ekonomis cadangan karbon. Di sisi lain, dalam sistem indera radar dikenal adanya teknik interferometrik yang dapat mengatasi masalah saturasi tersebut. Oleh karena itu kombinasi polarimetrik dan interferometrik diyakini akan dapat mengatasi masalah ketidakakuratan dalam estimasi cadangan karbon. Namun demikian, teknik kombinasi polarimetrik dan interferometrik masih perlu dievaluasi kemampuannya untuk mengestimasi cadangan karbon, khususnya di wilayah Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan teknik polarimetrik interferometri (PolInSAR) untuk estimasi cadangan karbon hutan tropis di Indonesia, dengan wilayah studi Sulawesi Tenggara. Tiga lokasi telah dipilih untuk evaluasi tersebut yaitu hutan tropis kering wilayah Wolasi, hutan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Konawe Selatan dan hutan tropis basah dalam kawasan hutan lindung Moramo.

Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah ALOS PALSAR *full*-polarimetrik (polarisasi HH, HV, VH dan VV) dan *dual*-polarisasi (HH dan HV) dalam mode *repeat-pass interferometric* dan *single baseline*. Citra ALOS PALSAR dengan panjang gelombang 23 cm dan frekuensi pusat 1,25 GHz memiliki beberapa kelebihan, salah satunya adalah koefisien *backscatter* polarisasi HV berkaitan erat dengan cadangan karbon vegetasi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membangun model *Random Volume over Ground* (RVoG) sebagai representasi model biofisik vegetasi melalui integrasi komponen polarimetrik dan interferometri (PolInSAR) citra ALOS PALSAR dan melakukan komparasi terhadap teknik PolSAR dengan dan tanpa koreksi topografi *Radiometric Terrain Flattening* (RTF). Untuk memperoleh tinggi vegetasi sebagai masukan dalam estimasi karbon, model RVoG diinversi melalui metode *forest height inversion process* dan hasilnya dibandingkan dengan hasil pengukuran lapangan. Hasil analisis tinggi vegetasi yang tepat dari optimisasi koherensi *polarimetric interferometry* dan RTF menghasilkan model hasil estimasi tinggi vegetasi dan cadangan karbon wilayah tropis dengan akurasi yang baik. Hal tersebut diharapkan menjadi acuan (standar) dalam pemetaan cadangan karbon di Indonesia.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada nilai karbon pada beberapa jenis hutan alam tropis Sulawesi Tenggara adalah 60 ton/hektar untuk mangrove ( $R^2=0,6606$ ), 200 ton/hektar pada hutan tropis kering ( $R^2=0,7525$ ) dan 300 ton/hektar pada hutan tropis basah ( $R^2=0,6672$ ). Nilai tersebut mencapai 30% lebih tinggi dari nilai karbon yang dihasilkan melalui teknik Polarimetric SAR. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan strategi penentuan cadangan karbon di Indonesia dalam rangka mitigasi perubahan iklim.

**Kata Kunci:** Cadangan Karbon, ALOS PALSAR, *Polarimetric*, *Interferometry*, PolInSAR, Mitigasi, Perubahan Iklim

## ABSTRACT

# ***CARBON STOCKS ESTIMATION USING POLARIMETRIC INTERFEROMETRIC RADAR (POLINSAR) IN THE PERSPECTIVE OF CLIMATE CHANGE MITIGATION (STUDY AREA: SOUTH EAST SULAWESI)***

By

**La Ode Muhammad Golok Jaya**

**Reg. No.: 35113006**

***(Doctoral Study Program on Geodesy and Geomatics Engineering)***

*Mapping carbon stocks is the first step to study climate change caused by rising emissions of carbon and other greenhouse gases. The availability of geospatial information of carbon stocks in good accuracy will be able to reinforce mitigation measures taken as a result of climate change, for example by conserving carbon stocks, expansion of regional carbon stocks as well as supervision and monitoring of the area with high carbon grades.*

*To obtain geospatial information of carbon stocks, the application of remote sensing techniques has become one of the tools suggested and used by researchers widely over the past decades. However, the cloud cover, fog and smoke that often occur, particularly in parts of Indonesia, causing the importance of selecting remote sensing systems in accordance with these conditions. Remote sensing radar has the ability to penetrate the cloud cover, fog or smoke and can operate at day or night. Therefore, radar remote sensing system is believed to be the best solution in the context of this problem.*

*However, radar remote sensing system has some limitations in mapping carbon stocks, especially when uses information from polarization radar backscatter only. The occurrence of saturation led to inaccurate information in generation carbon stocks. The inaccuracies will cause a loss in the calculation of the carbon value when linked to the economic value of carbon stocks. In area of radar remote sensing systems it has been known the interferometric technique which can solve the saturation problem. Therefore, the combination of polarimetric and interferometric believed would solve the problem of inaccuracies in estimates of carbon stocks. Nevertheless, the combination of polarimetric techniques and inteferometrik still need to be evaluated its ability, particularly in the area of Indonesia.*

*This study aimed to evaluate the technical capability aspects of polarimetric and interferometry to estimate carbon stocks of Indonesia tropical forests. The study area of this research is in Southeast Sulawesi. Three locations have been chosen for the evaluation. These three locations are dry tropical forests of Wolasi region, mangrove forests in coastal areas of South Konawe and wet tropical forests in protected forest areas of Moramo.*

*Satellite imageries were used in this study are pairs of ALOS PALSAR full-polarimetric (polarization HH, HV, VH and VV) and dual-polarization (HH and HV) in the mode of repeat-pass interferometric and single baseline. ALOS PALSAR with a wavelength of 23 cm and centre frequency of 1.25 GHz has several advantages, one of which is the backscatter coefficient HV polarization is closely related to vegetation properties.*

*The method of the research is establishing the Random Volume over Ground (RVoG) model as a representation of vegetation biophysical property through integration of polarimetric and interferometry components (PolInSAR) of ALOS PALSAR image and comparing PolSAR technique with and without Radiometric Terrain Flattening (RTF) topographic correction . To obtain vegetation height as an input in carbon estimation, the RVoG model is inversed through the forest height inverse-process method and the results are compared with field measurements. The results of the proper vegetation height analysis of coherence polarimetric interferometry and RTF optimization resulted in a model of high estimation of vegetation and tropical carbon stocks with good accuracy. It is expected to become a reference (standard) in mapping carbon stocks in Indonesia.*

*The results showed that the carbon value some types of natural tropical forests of Southeast Sulawesi is 60 tons / hectare for mangrove ( $R^2=0.6606$ ), 200 tons/ha in dry tropical forests ( $R^2=0.7525$ ) and 300 tons/ha in humid tropical forests ( $R^2=0.6672$ ) respectively. This value is about 30% higher than carbon stocks produced from Polarimetric SAR techniques only. The results of this study are expected to make important contributions in the development strategy of the determination of carbon stocks in Indonesia in the context of climate change mitigation.*

**Keywords:** Carbon Stock, ALOS PALSAR, Polarimetric, Interferometry, PolInSAR, Mitigation, Climate Change