

**ESTIMASI ATENUASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK
OLEH HUJAN DI INDONESIA UNTUK PITA FREKUENSI KU,
KA, DAN W BERDASARKAN PENGAMATAN DISTRIBUSI
BUTIRAN HUJAN**

SKRIPSI



diajukan oleh :

**Fadli Nauval
1310442028**

**Dosen Pembimbing
Dr. techn. Marzuki**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2017

**ESTIMASI ATENUASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK
OLEH HUJAN DI INDONESIA UNTUK PITA FREKUENSI KU,
KA, DAN W BERDASARKAN PENGAMATAN DISTRIBUSI
BUTIRAN HUJAN**

SKRIPSI

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dari Universitas Andalas**



diajukan oleh :

**Fadli Nauval
1310442028**

**Dosen Pembimbing
Dr. techn. Marzuki**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2017

ESTIMASI ATENUASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK OLEH HUJAN DI INDONESIA UNTUK PITA FREKUENSI KU, KA, DAN W BERDASARKAN PENGAMATAN DISTRIBUSI BUTIRAN HUJAN

ABSTRAK

Atenuasi gelombang elektromagnetik oleh hujan di Indonesia telah diteliti melalui pengamatan distribusi ukuran butiran hujan (*raindrop size distribution*-DSD). Nilai atenuasi dari data DSD dibandingkan dengan atenuasi dari model ITU-R untuk pita frekuensi *Ku-band* (13.6 GHz), *Ka-band* (25.6 GHz), and *W-band* (96 GHz). DSD diperoleh dari pengamatan Parsivel Disdrometer di Padang, Kototabang, Pontianak, Manado dan Biak. DSD dimodelkan dengan persamaan distribusi gamma dan parameternya dihitung menggunakan metode momen. Kemudian, nilai atenuasi gelombang elektromagnetik dihitung menggunakan nilai DSD dari hasil pengukuran dan model distribusi gamma. Untuk nilai atenuasi hasil pengukuran diperoleh bahwa pada frekuensi *Ka-band* dan *W-band*, atenuasi tertinggi teramati di Manado dan Biak sedangkan untuk frekuensi yang lebih rendah (*Ku-band*) atenuasi tertinggi teramati di Pontianak. Hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik DSD yang terjadi pada masing-masing daerah, terutama jumlah butiran yang berukuran kecil. Perbedaan karakteristik DSD juga berdampak kepada perbedaan akurasi model ITU-R. Pada frekuensi *Ku-band*, perbedaan atenuasi dari model ITU-R dengan atenuasi dari hasil pengukuran DSD sekitar 18%. Model ITU-R lebih akurat pada frekuensi *Ku-band* dan *W-band* dengan persentase error kurang dari 10%. Atenuasi dari model gamma DSD berbeda dari hasil pengukuran DSD. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan metode momen untuk menghitung parameter DSD memberikan nilai atenuasi yang berbeda dengan atenuasi yang dihitung dari DSD hasil pengukuran. Perbedaan ini bergantung pada frekuensi dan intensitas curah hujan. Akurasi model ITU-R juga dipengaruhi oleh variasi diurnal DSD. Secara umum, akurasi model ITU-R lebih rendah pada pagi hari dibandingkan malam hari. Namun, hal ini juga bergantung pada daerah dan frekuensi. Di Padang dan Pontianak, tingkat akurasi model ITU-R untuk frekuensi *Ka-band* lebih rendah pada malam hari dibandingkan pagi hari.

Kata kunci: *raindrop size distribution*, atenuasi, *Ku-band*, *Ka-band*, *W-band*, Indonesia

ESTIMATION OF RAIN ATTENUATION FROM MEASUREMENT OF RAINDROP SIZE DISTRIBUTION OVER INDONESIA AT KU, KA, AND W-BANDS

ABSTRACT

The measured raindrop size distribution (DSD) and the ITU-R model have been used to elucidate the characteristics of rain attenuation in Indonesia, for Ku-band (13.6 GHz), Ka-band (25.6 GHz), and W-band (96 GHz) frequencies. The DSDs were measured by the Parsivel Disdrometer at Kototabang, Padang, Pontianak, Manado and Biak. The DSD was modeled using the modified gamma distribution and its parameters were calculated using the moment method. Then, the rain attenuation value is calculated using the DSD measurement and gamma distribution model. For the rain attenuation value from gamma DSD is obtained that at the Ka-and W-band, the highest attenuation values is observed in Manado and Biak while at lower frequencies (Ku-band) the highest attenuation are observed in Pontianak. These are caused by the differences in DSD characteristics at each location, particularly the differences in the number of the small-sized raindrop. The differences in the DSD characteristics also affected on the accuracy of the ITU-R model at each location. At the Ku-band, the ITU-R model overestimates the attenuation about 18%, in comparison with the attenuation estimated from the DSD measurement. The accuracy of ITU-R model is better in the Ku-band and W-band with less than 10%. The rain attenuation value from gamma DSD differ from the DSD measurement. It indicates that the use of Moment method to calculate the DSD parameters provides different attenuation values with those calculated from the measured DSD. The difference depends on the frequency and rainfall rates. The ITU-R model accuracy is affected by the diurnal variation of DSD at each location. In general, the accuracy of the ITU-R is lower in the morning than in the evening. However, it also depends on the area and frequency. In Padang and Pontianak, the accuracy of the ITU-R model is lower in the evening than in the morning at the Ka-band.

Keywords: raindrop size distribution, attenuation, Ku-band, Ka-band, W-band, Indonesia