

## ANALISIS KANAL TRANSMISI 802.11N SEBAGAI MEDIA KOMUNIKASI ANTARA UAV - GROUND STATION

Moehammad Ramadhoni<sup>1</sup>, Basuki Rahmat<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Unmanned Aerial Vehicles (UAV) adalah suatu pesawat tanpa awak. UAV dapat digunakan untuk kegiatan sipil maupun militer, seperti pemantauan, pemetaan, atau pengambilan video dari udara. Untuk menjalankan fungsi tersebut, dibutuhkan suatu ground station yang terhubung melalui kanal transmisi tanpa kabel. Dalam Tugas Akhir ini digunakan standar IEEE 802.11n sebagai media komunikasi antara UAV dengan ground station.

Pada saat terbang di udara UAV akan mengalami perubahan posisi koordinat dari titik satu ke titik lainnya. Hal ini menyebabkan multipath akibat pantulan dari tanah maupun dari lingkungan lainnya. Multipath tersebut menyebabkan perubahan kanal transmisi mengikuti distribusi Rayleigh. Perubahan kanal transmisi tersebut menyebabkan perubahan kualitas dari daya terima yang bersifat acak.

Oleh karena itu, Tugas Akhir ini membahas tentang perilaku kanal transmisi pada IEEE 802.11n yang digunakan sebagai media komunikasi antara UAV dengan ground station menggunakan proses stokastik yang dinamakan Hidden Markov Model. Dengan pemodelan tersebut didapatkan hasil penguatan 10 dB terhadap perhitungan menggunakan Two-Ray model pada jarak 20 meter, 30 meter, dan 40 meter. Hasil prediksi HMM menghasilkan minimum daya terima pada jarak 400 meter dengan akurasi tertinggi pengukuran daya terima mencapai 88%, throughput mencapai 80%, dan BER mencapai 82% pada jarak 30 meter. Dengan throughput 6Mbps dan BER  $10^{-4}$ , IEEE 802.11n cocok sebagai media komunikasi antara UAV-ground station.

**Kata Kunci :** UAV, Hidden Markov Model, IEEE 802.11n, Rayleigh fading, transmission rate, SNR, throughput, Bit Error Rate (BER)

---

### Abstract

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is a plane without crew. UAV can be used for civil or military activities, such as surveillance, mapping, or video capture for the air. To run that function, UAV needs ground station which connected using wireless transmission channel. In this Final Project uses IEEE 802.11n standard as media communication between UAV and ground station.

When flies in the air, UAV will experience change of coordinate position from one point to another. This happens because of multipath due to reflections from ground or from other environment. The multipath causes change of transmission channel follow Rayleigh distribution. The changes of transmission channel causing changes of received power randomly.

Therefore, this Final Project discussed about behavior of IEEE 802.11n transmission channel for media communication between UAV and ground station using stochastic process called Hidden Markov Model (HMM). With that modeling process, gain of 10 dB is obtained against calculations using Two-Ray model at a distance of 20 meters, 30 meters, and 40 meters. HMM prediction results yield the minimum received power at a distance of 400 meters with the highest accuracy measurements of received power reaches 88%, the throughput reaches 80%, and the BER reaches 82% at a distance of 30 meters. With 6Mbps throughput and BER  $10^{-4}$ , IEEE 802.11n suitable as a medium of communication between the UAV-ground station.

**Keywords :** UAV, Hidden Markov Model, IEEE 802.11n, Rayleigh fading, transmission rate, SNR, throughput, Bit Error Rate (BER)

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dapat berupa pesawat maupun *multirotor*. UAV berbentuk *multirotor* biasa digunakan untuk misi pemantauan dari udara. Untuk menjalankan misi ini, dibutuhkan suatu kanal transmisi tanpa kabel guna menghubungkan UAV dengan *ground station*. Sistem komunikasi dengan IEEE 802.11n dapat digunakan sebagai media komunikasi antara UAV dengan *ground station*.

Perbedaan tinggi antara UAV dengan *ground station* mengakibatkan pantulan daya terima oleh tanah yang diterima *ground station*. *Multipath* tersebut menyebabkan perubahan daya terima di *ground station* akibat perbedaan fasa antar sinyal *multipath*, dapat memperbaiki sinyal terima atau mengurangi level daya terima yang diterima secara langsung (LOS signal). Daya terima tersebut dapat dimodelkan dengan *Two-Ray Model*<sup>[9]</sup>.

Akan tetapi pada saat melakukan misi pemantauan, UAV akan bergerak secara acak, akibat angin, perbedaan kecepatan antar motor pada *multirotor*, atau pembacaan sensor yang salah. Hal ini akan mengakibatkan perubahan jarak dari UAV ke *ground station* yang dapat mengakibatkan perubahan kanal transmisi pada UAV ke *ground station* mengikuti distribusi Rayleigh<sup>[12]</sup>. Perubahan kanal transmisi secara acak dapat dipandang sebagai suatu proses stokastik yang dinamakan *Hidden Markov Model* (HMM) untuk menentukan keadaan kanal transmisi tersebut.

Tugas akhir ini membuat suatu pemodelan dinamika kanal transmisi dari IEEE 802.11n menggunakan HMM akibat dari perubahan jarak tersebut. Model tersebut digunakan untuk menentukan besar level daya terima pada *ground station* akibat pergerakan acak dari *multirotor*.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Menentukan perubahan kanal transmisi pada UAV ke *ground station* dan akibatnya terhadap level daya terima menggunakan HMM.
2. Menganalisis model dinamika karakterisasi kanal transmisi IEEE 802.11n antara UAV dengan *ground station* hasil proses HMM.
3. Menganalisis penggunaan IEEE 802.11n sebagai media komunikasi antara UAV dengan *ground station*.

## 1.3 Rumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini akan dibahas mengenai:

1. Cara menentukan perubahan kanal transmisi pada UAV ke *ground station* dan akibatnya terhadap level daya terima menggunakan HMM.
2. Cara menganalisis model dinamika karakterisasi kanal transmisi IEEE 802.11n antara UAV dengan *ground station* hasil proses HMM.
3. Cara menganalisis penggunaan 802.11n sebagai media komunikasi antara UAV dengan *ground station*.

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dan membatasi cakupan pembahasan masalah pada Tugas Akhir ini, maka disimpulkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Hanya membahas kanal transmisi dari IEEE 802.11n dengan ukuran berupa SNR dan QoS.
2. Tidak membahas tentang OFDM dan MIMO yang digunakan pada standar 802.11n.
3. Tidak membahas sensor-sensor yang terdapat pada UAV.
4. Asumsi komunikasi antara UAV dengan *ground station point-to-point* dan *LOS (Line Of Sight)*.

## 1.5 Hipotesis

Tugas akhir ini menghasilkan suatu model dinamika kanal transmisi IEEE 802.11n sebagai media komunikasi antara UAV dengan *ground station* yang menghubungkan antara perubahan jarak dengan perubahan keadaan kanal transmisi dan pengaruhnya terhadap daya terima dan kualitas kanal transmisi.

## 1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah metode eksperimental, yaitu dengan pengukuran di lapangan yang kemudian akan simulasikan dengan *software*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini antara lain:

1. Studi Literatur

Hal ini dilakukan dengan membaca beberapa buku, jurnal dan thesis yang berkaitan dengan tugas akhir yang akan dikerjakan ini.

2. Pengukuran Empirik

Hal ini dilakukan dengan melakukan percobaan langsung di lapangan kemudian mencatat hasilnya untuk kemudian menjadi bahan acuan.

3. Analisa Statistik

Hal ini dilakukan dengan menganalisis data yang didapat sebelumnya untuk kemudian dicari masalahnya dan bagaimana menemukan solusi dari masalah tersebut.

4. Simulasi

Hal ini dilakukan dengan mensimulasikan hasil yang didapat dari proses analisa untuk dilihat apakah hasilnya sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir ini terdiri atas lima bab yang disusun sebagai berikut:

## BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

## BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas teori dasar yang mendasari dan mendukung penelitian tugas akhir ini.

## BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini membahas tentang tahap proses perancangan sistem yang digunakan dalam simulasi.

## BAB IV PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang pengujian sistem dan analisis terhadap hasil penelitian.

## BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil tugas akhir dan saran untuk pengembangan-pengembangan lebih lanjut.



Telkom  
University

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari pengerjaan Tugas Akhir ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Kanal transmisi hasil HMM menghasilkan daya terima yang lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan menggunakan *Two-Ray Model*. Untuk jarak 20 meter, 30 meter, 40 meter, dan 50 meter menghasilkan penguatan hingga 10dB, tetapi pada jarak 10 meter perhitungan dengan *Two-Ray Model* menghasilkan daya terima yang lebih tinggi 5dB dibanding hasil HMM.
2. Prediksi menggunakan HMM menghasilkan minimum daya terima - 85dBm pada jarak 400 meter, memiliki penguatan 10dB terhadap perhitungan dengan *Two-Ray Model* pada jarak yang sama, tetapi lebih rendah 20dB terhadap perhitungan LOS.
3. Hasil HMM menghasilkan akurasi yang tinggi pada pengukuran daya terima, mencapai 88%, pada pengukuran *throughput* mencapai 80%, dan pada pengukuran BER mencapai 82%, semua akurasi tertinggi berada pada jarak 30 meter. Hal ini dikarenakan pada jarak 30 meter keluaran yang lebih stabil (variansinya kecil) dibandingkan hasil pengukuran di jarak lainnya.
4. Kanal transmisi IEEE 802.11n cocok digunakan sebagai media komunikasi antara UAV dengan *ground station* karena memiliki *throughput* yang tinggi, sekitar 6 Mbps dengan BER yang cukup kecil, yaitu  $10^{-4}$ .

## 5.2 Saran

Berikut adalah saran yang diberikan berdasarkan analisis pengerjaan Tugas Akhir ini.

1. Pengukuran daya terima dan QoS pada jarak yang lebih jauh lagi, agar dapat di karakterisasi kanal transmisi dari 802.11n.
2. Penggunaan metode lain untuk mengidentifikasi kanal transmisi 802.11n sebagai pembanding.
3. Meningkatkan sensitivitas daya terima di *ground station* serta penggunaan antena dengan penguatan yang tinggi agar dapat digunakan sebagai media komunikasi antara UAV dengan *ground station* dengan jarak yang jauh.
4. Adanya pengukuran kanal transmisi 802.11n dengan protokol UDP sehingga dapat dibedakan mana protokol terbaik untuk sistem komunikasi antara UAV dengan *ground station*.



Telkom  
University

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, Ihsan.A.2007.” *Statistical Analysis of Wireless Systems Using Markov Models*”.Virginia : Virginia Polytechnic Institute and State University
- [2] Arauz, J., & Krishnamurthy, P. (2007). Markov Modelling of 802.11 channels. *IEEE* .
- [3] Dymarski, P. (2011). *Hidden Markov Model, Theory and Applications*. Rijeka: Intech.
- [4] Goldsmith, A. (2005). *Wireless Communication*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [5] Hochwald, B. M., & Jelenkovic, P. R. (1999). State Learning and Mixing in Entropy of Hidden Markov Processes and the Gilbert -Elliot Channel. *IEEE Transactions on Information Theory* .
- [6] Maruddani, B., Kurniawan, A., Sugihartono, & Munir, A. (2010). Rain Fade Modeling Using Hidden Markov Model for Tropical Area. *PIERS Proceeding* .
- [7] Oliver Cappe, E. M. (2007). *Inference in Hidden Markov Model*. Berlin: Springer.
- [8] Prasetyo, Muhammad Eko Budi.2010.”*Teori Dasar Hidden Markov Model*”.Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [9] Rappaport, T. S. (1999). *Wireless Communications, Principle and Practice*. New York: John Willey & Sons.
- [10] Salazar, Julio Nicolas Araus.2004.”*802.11 Markov Channel Modelling*”.Pittsburgh : University of Pittsburgh.
- [11] Sauder, Taylor.2011.” *The Implementation of a Hidden Markov Model in MATLAB for the Prediction of Commodity Prices*”.Bradley : Bradley University.

- [12] Turin, W., & Nobelen, R. v. (1998). Hidden Markov Modeling of Flat Fading Channel. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* .
- [13] Yu, Y. (2006). *Physical Layer Model Design for Wireless Network*. Texas: Texas A&M University.
- [14] Zhou, Y., Li, J., Lamont, L., & Rabbath, C.-A. (2012). A Markov-Based Packet Dropout Model for UAV Wireless Communications. *Journal of Communications* .

