

# Simulasi Pengaruh Penambahan CP pada Modulasi OFDM di Spesifikasi 802.11a/g yang Melewati Kanal Multipath

## Proakis

Prasaja Wikanta

Politeknik Negeri Batam

Jurusan Teknik Elektro

Parkway, Batam Center, Batam 29461, Indonesia

email: antok@polibatam.ac.id

### Abstrak

Wifi digunakan dimana-mana, baik di dalam gedung maupun di luar ruangan. Ketika di dalam gedung, sinyal wifi akan mengalami beberapa pantulan maupun penyerapan yang disebabkan oleh dinding maupun interior. Standar Wifi menambahkan Cyclic Prefix (CP) untuk mengatasi Multipath.

Penelitian ini berusaha untuk melihat pengaruh multipath pada standar wifi 802.11a/g, yang menggunakan OFDM. Model multipath yang dipakai adalah kanal a, b, dan c dari Proakis. Hasil yang diperoleh adalah penambahan CP pada sinyal OFDM dapat mengatasi multipath pada kanal a dan b. Namun pada kanal c, gagal. Ada beberapa simbol yang keluar dari konstelasinya.

**Kata kunci:** 802.11/a, 802.11/g, OFDM, CP, multipath, kanal Proakis

### Abstract

Wifi are used everywhere, inside or outside building. When it is in inside building, wifi signal will be experienced some reflection and refraction from objects, like wall or furniture. Wifi standard add Cyclic Prefix (CP) to handle these problem, which is called multipath.

This paper will simulate the effect of multipath on wifi signal with 802.11a/g standard. These standard use OFDM to multiplex signal. Models used for multipath are channels from Proakis, named channel a, channel b and channel c. The result of simulation show that CP can combat the effect of multipath of channel a and channel b. But CP failed to overcome channel c. Some symbols are not in the correct constellation.

**Keywords :** 802.11/a, 802.11/g, OFDM, CP, multipath, Proakis channel

## 1 Pendahuluan

Untuk memperoleh kecepatan transfer yang tinggi pada komunikasi data, maka modulasi memegang peranan penting. Modulasi digital berawal dari FSK, ketika modem diciptakan. Fungsi modem pertama kali adalah untuk melewatkan data digital dari mainframe

ke console melalui jaringan PSTN. Kemudian teknologi transfer data berkembang terus sampai saat ini. Modulasi yang digunakan pun bermacam-macam, semuanya bertujuan untuk memperoleh kecepatan transfer tinggi.

Salah satu cara pertukaran data adalah melalui wireless LAN, sering disebut dengan Wireless Fidelity (WiFi).

Spesifikasi standar untuk koneksi jaringan secara wireless dikeluarkan oleh IEEE melalui standar 802.11 ataupun ETSI dengan HiperLAN-nya.

Standar 802.11a dan 802.11g memiliki persamaan menggunakan orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) dengan 52 sub carrier (SC), dan memiliki kecepatan pengiriman maksimum 54 Mbps[2]. Modulasi yang digunakan adalah BPSK, QPSK, 16-QAM dan 64-QAM. Sedangkan 802.11b menggunakan direct sequence spread spectrum (DSSS) dan memiliki kecepatan pengiriman maksimum 11 Mbps. Salah satu perbedaan 802.11a dan 802.11g ada pada frekuensi yang dipakai, yaitu 5GHz dan 2,4GHz.

Penelitian ini melakukan beberapa percobaan untuk

Kanal a	0,04	-0,05	0,07	-0,21	-0,5	0,72	0,36	0	0,21	0,03	0,07
Kanal b	0,407	0,815	0,407								
Kanal c	0,227	0,46	0,668	0,46	0,227						

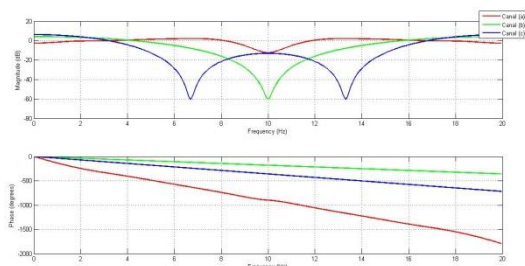
mengetahui apakah standar 802.11a maupun 802.11g dapat mengirimkan data dengan benar apabila melewati kanal yang berbeda-beda, khususnya melihat pengaruh penambahan Cyclic Prefix (CP). Estimasi kanal menggunakan frequency offset dan time offset tidak digunakan, karena kanal yang digunakan sudah diketahui, yaitu kanal Proakis.

## 2 Kanal Proakis

Proakis[1] membuat 3 model kanal multipath dengan respon impuls tertentu, untuk mengetes performa suatu sistem. Kanal-kanal tersebut diberi nama kanal A, kanal B dan kanal C. Tabel 1 adalah koefisien untuk masing-masing kanal.

TABEL I  
Koefisien Kanal Proakis

Gambar 1 adalah respon frekuensi dan fasa dari masing-masing kanal. Terlihat bahwa kanal c (warna biru) memiliki respon yang lebih sulit dibanding kanal yang lain.

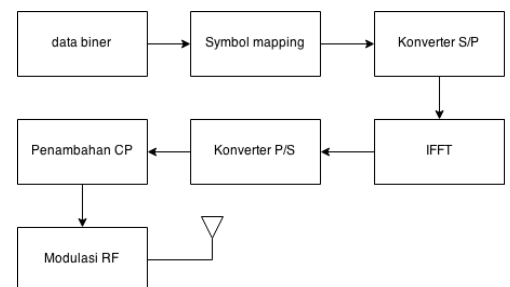


Gambar 1: Respon Frekuensi Kanal Proakis

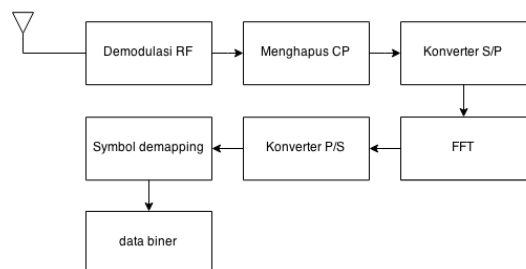
## 3 OFDM

OFDM adalah teknik multiplexing dengan menggunakan sub carrier(SC) yang orthogonal. Karena orthogonal, maka dalam kanal ideal tiap SC tidak akan saling menginterferensi[3]. Sehingga kita bisa meletakkan posisi SC secara berdekatan, yang pada akhirnya akan membuat penggunaan bandwidth lebih efisien. Agar memperoleh SC yang orthogonal, kita dapat menggunakan IFFT. Apabila kanal yang dilewati ideal, di sisi penerima cukup menggunakan FFT. Maka kita akan dapat memperoleh simbol yang dikirimkan.

Gambar 2 memperlihatkan Blok diagram OFDM pada sisi pengirim. Mula-mula data biner dimodulasi dahulu menggunakan BPSK, QPSK atau QAM. Kemudian data serial tersebut disusun menjadi beberapa data paralel, yang akan diubah menjadi domain waktu dengan menggunakan IFFT. Setelah itu dikembalikan lagi menjadi aliran serial dan ditambahkan CP, sebelum masuk ke RF.



Gambar 2: Sistem Pengirim OFDM

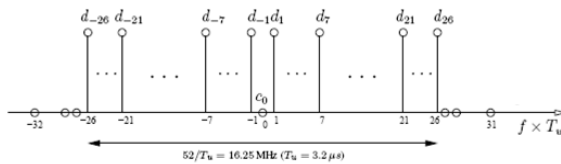


Gambar 3: Sistem Penerima OFDM

Di sisi penerima (gambar 3), setelah demodulasi RF, CP akan di buang. Kemudian data serial akan diubah menjadi beberapa data paralel, untuk dikembalikan ke domain frekuensi menggunakan FFT. Hasil FFT

disusun kembali menjadi aliran data serial untuk kemudian di-demodulasi menggunakan BPSK, QPSK atau QAM.

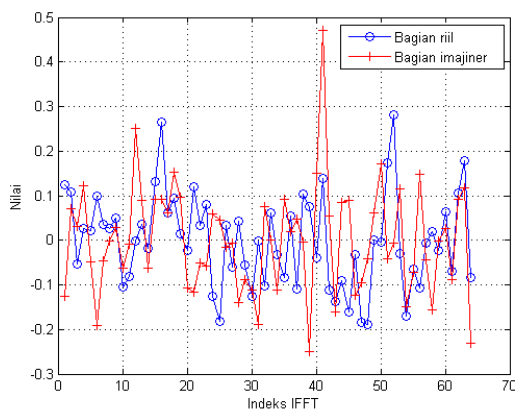
Standar 802.11a maupun 802.11g memiliki 52 SC. Gambar 4 adalah susunan simbol menggunakan 802.11a/g. Terlihat bahwa ada penambahan 6 zero di awal frame dan 6 zero di akhir frame, sehingga total ada 64 SC. Ini akan memudahkan proses transformasi dan memperbaiki spektral. FFT hanya dapat dilakukan pada jumlah elemen kelipatan 2 berpangkat (2, 4, 16, 32, dst).



Gambar 4: SC pada 802.11a/g

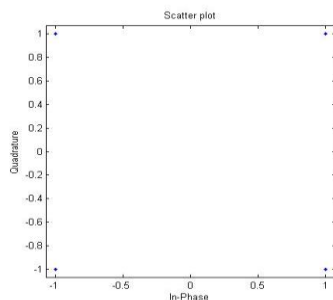
#### 4 Simulasi

Untuk simulasi, mula-mula dibangkitkan 52 data acak. Kemudian data ini ditambahkan zero pada awal dan akhir. Setelah itu dimodulasi QAM-4, yang hasilnya sama dengan QPSK. Data hasil modulasi diubah ke domain waktu menggunakan IFFT yang hasilnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5: Simbol acak

Kemudian dilakukan demodulasi untuk membuktikan bahwa proses modulasi dan demodulasi OFDM sudah benar. Hasil dari demodulasi dapat dilihat pada gambar 6. Konstelasi dari QAM-4 tepat persis pada titik  $1+j$ ,  $1-j$ ,  $-1+j$  dan  $-1-j$ .

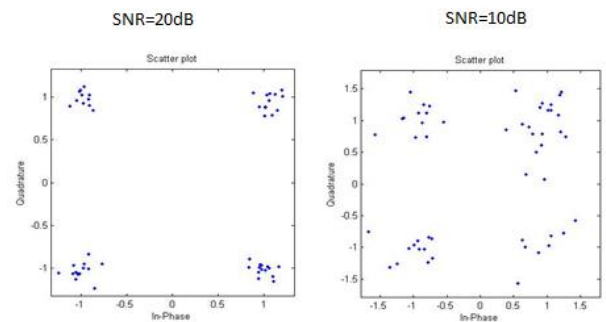


Gambar 6: Scatter diagram QAM-4

Pada kenyataannya, proses pengiriman data melalui radio pasti tidak ideal. Ada noise yang menyebabkan sinyal berubah. Selain itu ada juga masalah multipath. Maka untuk mensimulasikan noise, digunakan rumus sebagai berikut[4]:

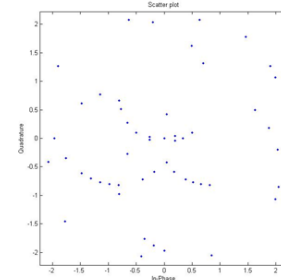
$$P_s = \frac{52}{p^2} \times P_c \quad (1)$$

dimana  $P_c = 2 \times (M-1)/3$ . Apabila modulasi yang digunakan QAM-4, maka  $M=4$ . Dengan sinyal yang sama, namun dengan tambahan noise, diperoleh hasil seperti pada gambar 7.



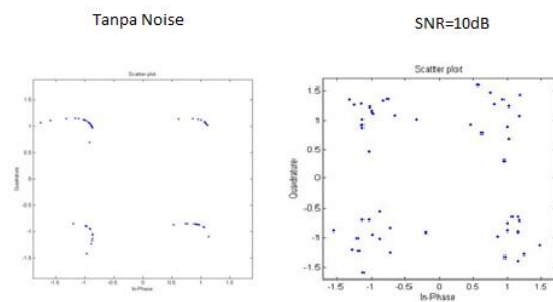
Gambar 7: Scatter diagram QAM-4 plus noise

Apabila sinyal tersebut dilewatkan ke kanal multipath, maka sinyal yang diperoleh menjadi jelek, tidak mungkin bisa di-demodulasi. Gambar 8 memperlihatkan konstelasi apabila dilewatkan ke kanal b. Terlihat bahwa simbol terletak tidak beraturan.



Gambar 8: Scatter diagram QAM-4 melalui kanal b

Untuk mengatasi efek multipath, maka perlu dilakukan equalisasi sebelum dilakukan demodulasi. Sinyal yang diterima dibuang CP-nya. Kemudian dinormalisasi gainnya. Setelah itu dilakukan FFT dan di-equalisasi sesuai dengan kanal yang digunakan. Gambar 9 menunjukkan hasil dari equalisasi pada kanal b.

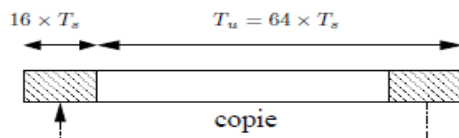


**Gambar 9: Scatter diagram setelah Equalisasi**

Equalisasi berhasil menunjukkan konstelasi dari 4 wilayah simbol, namun posisinya tidak tepat seperti pada gambar 6. Efek ini disebut dengan ISI (Intersymbol Interference). ISI disebabkan oleh multipath.

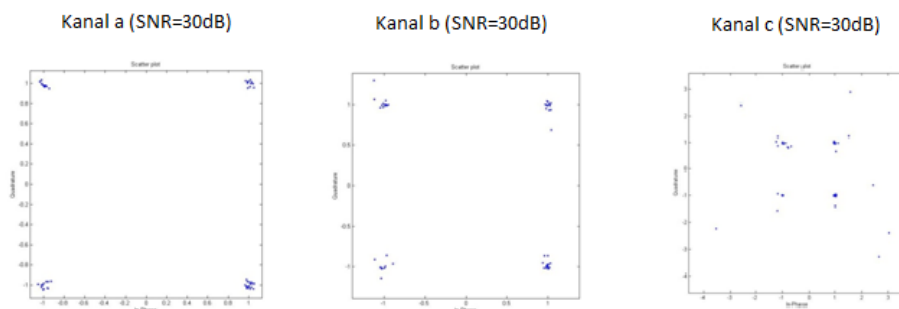
## 5 Penambahan CP

Untuk mengurangi ISI, digunakan CP. CP di-copy dari 16 sample terakhir dari frame OFDM, untuk kemudian ditambahkan ke awal frame. Sehingga dalam satu frame, total ada 80 simbol, seperti yang terlihat pada gambar 10.



**Gambar 10: Cyclic Prefix**

Setelah frame diterima, maka CP tersebut dibuang. Sehingga frame yang masuk ke equalisasi tetap 64 simbol. Setelah dilakukan equalisasi diperoleh hasil seperti pada gambar 11.



**Gambar 11: Kanal a, b, c dengan CP**

Dari gambar 11 dapat dilihat bahwa CP dapat mengatasi multipath pada kanal a dan b. Sedangkan pada kanal c, masih terdapat beberapa simbol yang posisinya keluar dari wilayahnya. Hal ini dapat diprediksi, karena memang kanal c adalah yang paling sulit, yang merepresentasikan multipath yang kompleks.

## 6 Kesimpulan

CP mengatasi problem ISI yang disebabkan oleh

multipath. Namun untuk multipath yang paling sulit, yaitu kanal c, CP tidak dapat mengatasinya. Namun pada penggunaan Wifi, kita jarang menemukan situasi seperti pada kanal c, sehingga penggunaan wifi dengan standar 802.11a maupun 802.11g tetap dapat berjalan lancar dengan kecepatan tinggi.

## Daftar Pustaka

- [1] J. Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill Inc., 2001
- [2] IEEE Standard 802 part 11: Wireless LAN MAC and PHY Specification, 2012
- [3] R.V. Nee, R. Prasad, *OFDM for Wireless Multimedia Communications*, Artech House, Boston, MA, 2000
- [4] P. Rostaing, *Transmissions numériques en contexte réel*, Modul Kuliah Université de Bretagne Occidentale, 2011.