

Simulasi Validasi Pengukuran Kanal Radio Pita Lebar Secara Multicarrier

Bambang Bagus H¹

¹Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I, No. 73 Surabaya 60236

Email : Bambangfarzard@@gmail.com

ABSTRAK :

Penelitian ini memberikan kontribusi frekuensi untuk saluran pita lebar, yang mampu membaca karakteristik kanal pita lebar memperpanjang bandwidth kanal tanpa mengubah bandwidth operasi perangkat pengukuran. Ini sangat cocok untuk mobilitas rendah dan skenario tingkat data tinggi (mis., Hot spot dalam ruangan) dalam sistem komunikasi seluler generasi kelima. Dengan skema ini, sounder saluran dapat dibaca menggunakan platform pemancar yang ditentukan oleh perangkat lunak yang menggunakan sinyal multicarrier pada frekwensi 2.65-2.75 GHz. Dalam satu siklus pengiriman secara penuh. sepuluh pita frekuensi terkoordinasi (bandwidth 12.5 MHz) dicakup untuk diperoleh pengukuran setara dengan bandwidth 100-MHz pada sistem penelitian ini menggunakan analisa matematis dengan lintasan 1 dan 2 masing masing 1 m dan 7 . hasil dari perhitungan akan memperlihatkan grafik nilai magnititude dan fase gelombang.

Kata Kunci : Sistem Validasi, Multicarrier, Propagasi Gelombang

PENDAHULUAN

Sistem komunikasi modern membutuhkan *data rate* yang tinggi untuk mendukung perkembangan teknologi informasi dan multimedia yang semakin cepat. Berbagai macam teknologi terus dikembangkan untuk membuat sistem yang mampu mentransmisikan sinyal dengan kualitas yang baik, memiliki *data rate* yang tinggi serta tahan terhadap gangguan dan interferensi. Pada kenyataannya, pentransmision sinyal melalui kanal *wireless* akan mengalami gangguan seperti *noise* dan *multipath* yang akan menurunkan kinerja sistem

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka solusi yang tepat untuk *data rate* yang tinggi digunakanlah transmisi dengan memperbesar bandwidth kanal. Dengan kanal yang besar maka data rate yang dilewatkan akan menjadi semakin cepat. Akan tetapi pada umumnya kanal pada sistem pengukuran relative sempit oleh karena itu diperlukan suatu metode untuk mengetahui karakteristik kanal yang besar tanpa merubah spesifikasi alat ukur. Sebelum

melakukan pengukuran, maka diperlukan suatu metode validasi sehingga pengukuran yang kita lakukan bisa menggambarkan

Pada umumnya pengukuran kanal pita lebar menggunakan perangkat VNA, dimana penggunaan perangkat ini memakai kabel dari antena pemancar dan penerima. Namun, dikarenakan kekurangannya yang bergantung pada jarak, sehingga jika kedua antena tersebut berjauhan menyebabkan makin panjangnya kabel dari masing-masing antena ke VNA. Hal ini membuat redaman sinyal yang akan diukur pada kabel menjadi semakin besar. Untuk mengatasi hal tersebut digunakanlah perangkat USRP, yang mana akan dihubungkan pada masing-masing antena yang berjauhan. Namun perangkat USRP juga memiliki kekurangan yaitu terbatasnya *bandwidth* pada perangkat. Oleh karena itu diperlukan sistem pengukuran menggunakan USRP yang tervalidasi untuk memastikan pengukuran yang dilakukan mendekati pengukuran dengan menggunakan alat ukur seperti VNA

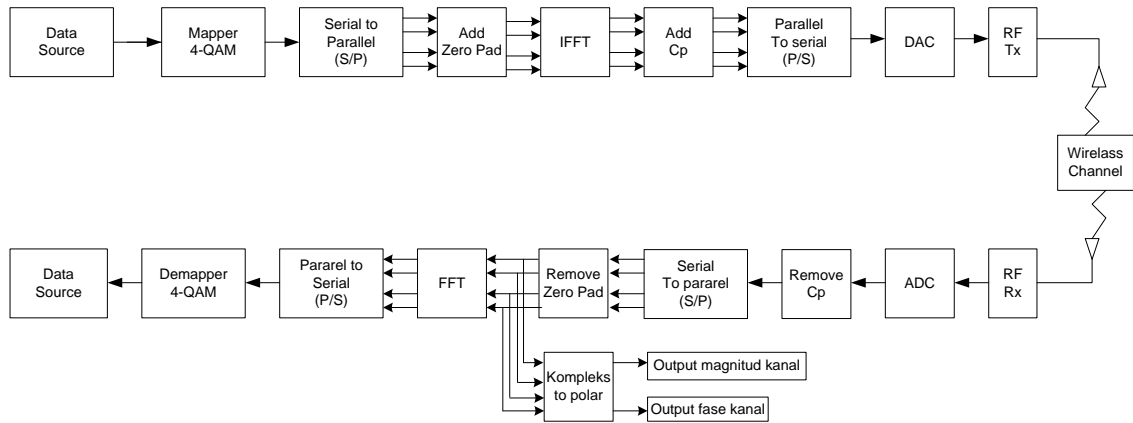
BENTUK PENELITIAN

Hasil penelitian ini berupa simulasi validasi pengukuran kanal radio pita lebar Secara multicarrier dengan mempertimbangkan parameter panjang lintasan, frekwensi, input sinyal kompleks dan output sinyal kompleks yang dikirimkan melalui sistem modululasi multi carrier untuk ditampilkan grafik output magnitude dan fasenya.

RANCANGAN PENELITIAN

Desain sistem sounding pada validasi sistem pengukuran pita lebar menggunakan sistem modulasi OFDM. Sejumlah bit sebesar 2050 dibangkitkan, kemudian dimodulasi 4- QAM. Pada modulasi QAM, sinyal hasil modulasi *baseband* dipetakan ke dalam dua komponen yang masing-masing komponen dikalikan dengan suatu fungsi basis yang memiliki beda fasa sebesar 90^0 dan kemudian dijumlahkan. Basis pertama, $\psi_1(t)$, disebut dengan komponen *inphase*, sedangkan basis ke dua, $\psi_2(t)$, disebut juga dengan komponen *quadrature*. Proses ini bertujuan untuk mengubah bentuk bit informasi menjadi symbol

$$\psi_1(t) = \sqrt{\frac{2}{T}} \cos(2\pi f_c t) \quad (1), \quad \psi_2(t) = \sqrt{\frac{2}{T}} \sin(2\pi f_c t) \quad (2.)$$



Gambar 1. Blok Diagram Rancangan

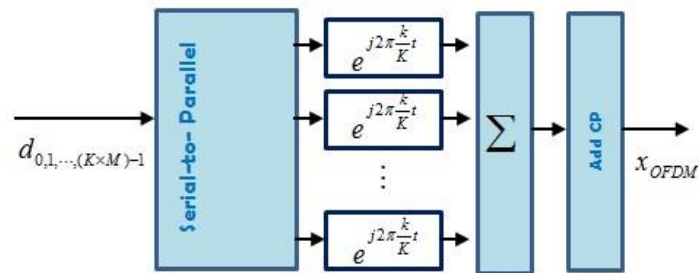
Kemudian sinyal serial diubah ke bentuk sinyal paralel. Lalu masing-masing sinyal paralel masuk ke blok IFFT. Sinyal yang keluar dari blok IFFT merupakan sinyal *multicarrier*. Sinyal *multicarrier* tersebut ditambahkan CP untuk mengurangi ISI. Sebelum dikirim, sinyal OFDM paralel diubah ke bentuk sinyal OFDM serial. Setelah melewati kanal, sinyal OFDM diubah kembali ke bentuk sinyal paralel. Pada sisi penerima, CP akan dibuang, kemudian sinyal *multicarrier* tersebut masuk ke blok FFT. Pada blok FFT sinyal *multicarrier* tersebut akan diubah menjadi sinyal *subcarrier* yang paralel. Sinyal *subcarrier* informasi akan masuk ke blok P/S, kemudian dilakukan demodulasi untuk mendapatkan bit informasi kembali.

Algoritma IFFT (*Inverse Fast Fourier Transform*) dan FFT (*Fast Fourier Transform*) berfungsi sebagai modulator dan demodulator pada OFDM. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan: data biner yang telah dipetakan dalam mapper 4-QAM akan menghasilkan simbol hasil mapper. Simbol tersebut dipecah dalam bentuk serial to paralel dan dimodulasi oleh sinyal *subcarrier* dengan frekuensi tertentu, sehingga dihasilkan sinyal yang saling *orthogonal*. Kemudian semua sinyal tersebut ditambahkan sehingga dihasilkan simbol OFDM

$$s(t) = \sum_{k=0}^{K-1} s(k) \sin\left(\frac{2\pi t k}{K}\right) + j \sum_{k=0}^{K-1} s(k) \cos\left(\frac{2\pi t k}{K}\right) \quad (3)$$

Dengan :

- K = Jumlah point IFFT (*subcarrier* total)
- $s(t)$ = Nilai sinyal pada domain waktu
- $s(k)$ = Nilai dari spektrum ke-k (domain frekuensi)



Gambar 2. Modulator OFDM

Pada demodulator OFDM digunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) yang bertujuan untuk pengurai simbol OFDM. Pada algoritma FFT, simbol akan diubah dari domain waktu menjadi domain frekuensi seperti yang ditunjukkan pada persamaan

$$s(k) = \sum_{k=0}^{K-1} s(t) \sin\left(\frac{2\pi t k}{K}\right) - j \sum_{k=0}^{K-1} s(t) \cos\left(\frac{2\pi t k}{K}\right) \quad (4)$$

Dengan :

K = Jumlah point FFT (*subcarrier* total)

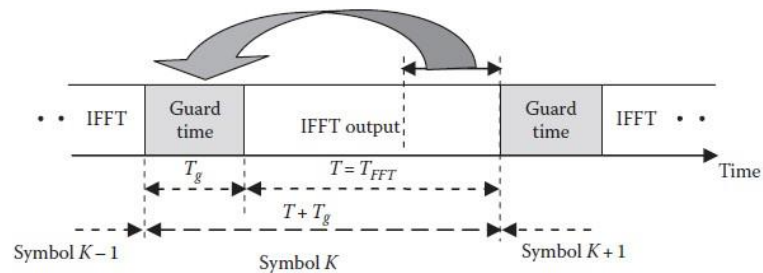
$s(t)$ = nilai sinyal pada domain waktu

$s(k)$ = nilai dari spektrum ke-k (domain frekuensi)

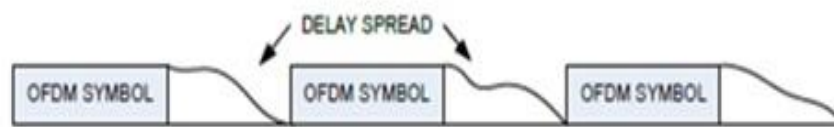
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa ke-orthogonalitas simbol OFDM dapat dipertahankan dengan menerapkan FFT pada sisi *receiver*. Hal ini dapat tercapai bila tidak terjadi *Intersymbol Interference* (ISI) dan *Intercarrier Interference* (ICI) yang diakibatkan oleh kanal transmisi. Namun, hal ini sangat sulit tercapai karena pada umumnya kanal transmisi *nirkabel* dapat menyebabkan lintasan jamak pada sinyal yang ditransmisikan. Hal ini mengakibatkan diterimanya sinyal asli yang mengalami *delay* pada *receiver*. Dengan demikian, suatu simbol dapat mengakibatkan interferensi pada simbol berikutnya atau suatu simbol dapat mengalami interferensi dari simbol sebelumnya.

Suatu cara untuk mengatasi ISI oleh kanal *multipath* ialah dengan melakukan penyisipan *guard interval* pada setiap simbol OFDM. *Guard interval* dapat berupa CP (*cyclic prefix*). Dalam sistem OFDM, CP memegang peranan penting untuk mempertahankan orthogonalitas *subcarrier* OFDM pada situasi kanal yang selektif frekuensi. CP adalah deretan bit yang dibentuk dengan menyalin ulang sebagian bit-bit suatu simbol OFDM, kemudian menempatkan bit-bit tersebut di awal simbol. Dengan

adanya tambahan CP ini, sinyal OFDM tidak akan mengalami ISI selama *delay spread* kanal lebih pendek dari durasi CP yang ditunjukkan Gambar 3 dan Gambar 4



Gambar 3. Penyisipan *Guard Interval* pada Simbol OFDM



Gambar 4. Ilustrasi *Delay Spread*

KONSEP SIMULASI PENGUKURAN

Dalam melakukan simulasi pengukuran transmitter dan receiver akan melewati simulasi antenna array dengan panjang lintasan yang berbeda, lintasan tersebut ditentukan sedemikian hingga diperoleh suatu bentuk persamaan.

Pada gambar 5 menunjukkan konsep simulasi pengukuran yang terdiri dari transmitter, splitter, path1 dan path 2, combiner dan receiver. adapun fungsi-fungsi dari blok tersebut adalah sebagai berikut.

a. Transmitter

Transmitter berfungsi memancarkan sinyal multicarrier dengan modulasi OFDM dengan jumlah carrier sebanyak 204

b. Splitter

Merupakan splitter frekwensi tinggi yang berfungsi membagi sinyal yang dilewatkan oleh transmitter sama besar

c. Path

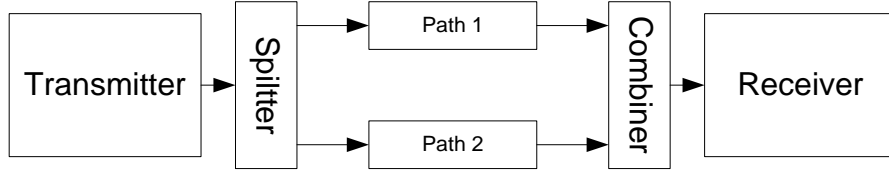
Terdiri dari dari dua path dengan panjang path 1 sebesar 2m dan path 2 sebesar 7 meter dengan selisih panjang kabel sebesar 6 meter yang berfungsi melewatkan sinyal yang melalui splitter.

d. Combiner

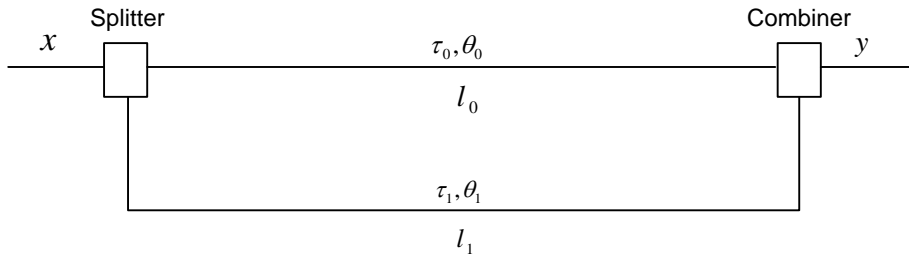
Menggabungkan sinyal yang melewati path 1 dan path 2

e. Receiver

Menerima sinyal yang di kirimkan oleh transmitter



Gambar 5. Konsep Simulasi Pengukuran



Gambar 6. Analisa Model Kanal

Pada gambar 6 menunjukkan path satu dan path 2 mempunyai waktu pengiriman sebesar τ_0 dan τ_1 dan dipengaruhi oleh l_0 dan l_1 sehingga persamaannya menjadi sebagai berikut :

$$y_0 = x e^{j2\pi f \frac{l_0}{v}} \quad (1)$$

Persamaan (1) adalah model respon kanal path 1 setelah melewati splitter

$$y_1 = x e^{j2\pi f \frac{l_1}{v}} \quad (2)$$

Persamaan (2) adalah model respon kanal path 2 setelah melewati splitter

$$y = y_0 + y_1 = x \left(e^{j2\pi f \frac{l_0}{v}} + e^{j2\pi f \frac{l_1}{v}} \right) \quad (3)$$

Persamaan (3) adalah persamaan awal respon kanal setelah melewati combiner

$$y = x e^{j2\pi f \frac{(l_0+l_1)}{2v}} \left[e^{j2\pi f \frac{(l_0-l_1)}{2v}} + e^{-j2\pi f \frac{(l_0-l_1)}{2v}} \right]; = x e^{j2\pi f \frac{(l_0+l_1)}{2v}} 2 \cos \left[2\pi f \frac{(l_0-l_1)}{2v} \right]$$

$$= 2xe^{j\left(\pi f \frac{(l_0+l_1)}{v}\right)} \cos \left[\pi f \frac{(l_0-l_1)}{v} \right] \quad (4)$$

Persamaan (4) adalah persamaan setelah melewati combiner

$$|y| = \left| 2x \cos \left(\pi f \frac{(l_0-l_1)}{v} \right) \right|; \quad (5)$$

Persamaan (5) adalah respon kanal yang diambil nilai absolutnya

$$\theta = \pi \frac{(l_0+l_1)}{v} f + k\pi; \theta = \begin{cases} \pi \frac{(l_0+l_1)}{v} f, & \text{jika } \cos(\theta) \geq 0 \\ \pi \frac{(l_0+l_1)}{v} f + \pi, & \text{jika } \cos(\theta) \leq 0 \end{cases} \quad (6)$$

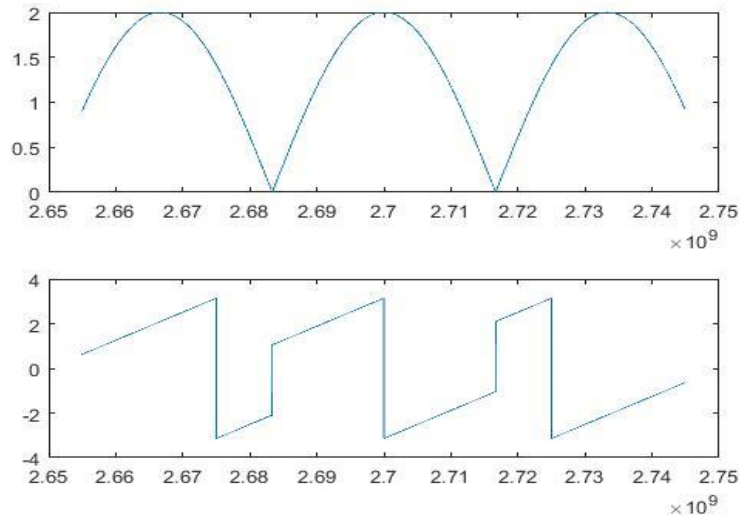
Persamaan (6) adalah respon fase kanal dengan ketentuan nilai fase akan mengalami pergeseran sebesar π jika nilai $\cos(\theta)$ lebih kecil dari 0

ANALISA DAN HASIL SIMULASI

Hasil simulasi berikut bertujuan untuk menganalisa *model kanal* dalam pada bandwidth sampai dengan 100 MHz. Parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Kondisi simulasi pengukuran yang dilakukan mengacu pada Gambar 5. Berhubung banyaknya kondisi pengukuran yang dilakukan, maka yang akan ditunjukkan pada bagian ini beberapa *parameter simulasi* pengukuran yang bisa dijadikan sebagai suatu kesimpulan.

Tabel 1. Parameter simulasi

Parameter simulasi	Nilai
Frekwensi carrier	2.65 dan 2,75 GHz
Bandwidth alat ukur	10 Mhz
Bandwidth kanal	100 MHz
Jumlah sub carrier	204
Modulasi	OFDM
Jenis path	Coaxial RG-58
Panjang Path1	1 m
Panjang Path 2	7 m



Gambar 7. Respon frekwensi dan fase kanal

Seperti dijelaskan pada tabel parameter simulasi nilai frekwensi yang digunakan adalah 2.65 GHz sampai dengan 2.75 GHz bandwidth alat ukur yang digunakan adalah 10 MHz sehingga alat ukur yang digunakan akan menggeser frekwensi sebanyak 10 kali untuk mendapatkan nilai bandwidth sebesar 100 Mhz. Pada gambar 7. Memperlihatkan hasil simulasi kanal yang menunjukkan respon frekwensi dan respon fase dengan bentuk yang hampir sama, sehingga hasil pengukuran bisa mengacu pada bentuk respon frekwensi dan fase diatas.

KESIMPULAN

Pada simulasi pengukuran diperlihatkan hasil simulasi yang menunjukkan bahwa respon frekwensi merupakan fungsi kosinus dimana nilai amplitudo tertinggi didapat sebesar 2 dan nilai terendah adalah 0 sedangkan fase kanal bergerak mulai dari $0, \pi, -\pi$.

DAFTAR PUSTAKA

- Jinxing Li, Youping Zhao, Cheng Tao, Bo Ai, "System Design and Calibration for Wideband Channel Sounding With Multiple Frekwency", IEEE Access, March, 2017.
- Vercimak, Luke., Karl Weyeneth., "Software Defined Radio", Bradley University.
- Hayes, Monson H., "Schaum's Outline of Theory and Problems of Digital Signal Processing", USA, 1999.
- Hwang, Taewon., Chenyang Yang., Gang Wu., Shaoqian Li., Geoffrey Ye Li., "OFDM and Its Wireless Applications: A Survey", IEEE Transactions On Vehicular Technology, vol. 58, no. 4, Mei 2009.