

## SIMULASI PENGALOKASIAN DAYA PADA RADIO RESOURCE ALLOCATION DALAM SISTEM OFDMA

Wiwiek Wijayanti Silalahi<sup>1</sup>, Arfianto Fahmi<sup>2</sup>, Gelar Budiman<sup>3</sup>

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

---

### Abstrak

Sistem komunikasi yang menyediakan kapasitas yang besar dan kecepatan akses yang tinggi sangat dibutuhkan di era informasi ini. Teknologi frekuensi division multiple-access (OFDMA) adalah teknologi yang mempunyai akses kecepatan data yang tinggi karena dapat membagi carrier menjadi beberapa subcarrier yang bersifat orthogonal meningkatkan kecepatan sesuai dengan sumber daya yang tersedia.

Karya ilmiah ini mempelajari bagaimana pengalokasian power pada teknologi OFDMA. Hal yang dibahas adalah mengenai pembagian power kepada setiap subcarrier yang sesuai dengan daya pancar yang terbatas dari BTS dan nilai SNR setiap subcarrier. Algoritma yang digunakan adalah Waterfilling. Waterfilling merupakan metode pembagian daya pada sub-sub kanal untuk meningkatkan kapasitas. Dimana sub kanal yang mempunyai channel gain yang besar memperoleh pengalokasian daya yang besar pula. Dalam Karya ilmiah ini diasumsikan bahwa pengalokasian subcarrier kepada setiap user telah diketahui.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode Waterfilling bitrate setiap subcarrier adalah sama dimana kapasitas kanalnya adalah fairness diseluruh subcarrier dan BER sebesar  $10^{-3}$  dengan menggunakan modulasi BPSK. Sistem OFDMA menggunakan algoritma Water filling selalu menghasilkan fairness yang tinggi maksimum yaitu nol karena nilai bitrate tiap subcarrier adalah sama dan laju data maksimum algoritma Waterfilling paling baik yaitu sebesar  $4.3058 \times 10^7$  bps, disusul dengan algoritma flat adding sebesar  $1.7573 \times 10^7$  bps terakhir dengan tanpa Waterfilling sebesar  $1.6450 \times 10^7$  bps. Fairness kedua yang terbaik algoritma tanpa Waterfilling 0.14-0.207 dan flat adding 0.09-0.18 Sehingga diperoleh bahwa fairness yang paling baik adalah Waterfilling kemudian flat adding dan terakhir tanpa Waterfilling.

Kata Kunci : OFDMA, subcarrier, channel gain, power allocation, Waterfilling, fairness

---

### Abstract

OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) has applied in broadband wireless access technologies because of its high spectral-efficiency This algorithm is based on the multiuser Waterfilling theorem and determines the subcarrier allocation for a multiple access OFDM system. This approach maximizes the total bitrate under the constraints of user-individual power budgets.

In this final project, simulation and analysis is made to figure out the power allocation on OFDMA. In this scheme, each block of subcarriers assumed divided into some sub-blocks, then every sub-block is given power allocation bitrate under the constraints of power budgets. Results of simulation shows with Waterfilling algorithm that each of subcarriers has same bitrate and the channel capacity is fairness with BER= $10^{-3}$  with BPSK modulation. The value of fairness with Waterfilling is zero, without Waterfilling is Waterfilling 0.14-0.207 and the last flat adding 0.09-0.18. The best throughput is Waterfilling with  $4.3058 \times 10^7$  bps, then flat adding with  $1.7573 \times 10^7$  bps, the last without Waterfilling is  $1.6450 \times 10^7$  bps.

Keywords : OFDMA, subcarrier, channel gain, power allocation, Waterfilling, fairness

---

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Aplikasi *wireless* dan *wireline* saat ini sangat membutuhkan kapasitas *bandwidth*, kecepatan data yang tinggi dengan mobilitas *user* yang tinggi pula.

Hal ini dapat dilihat dari teknologi DAB, DVB-T, HiperLAN/2, ADSL dan komunikasi *mobile communication* 4G yang sangat menuntut jangkauan area yang besar maupun kecepatan akses yang tinggi. Namun kebutuhan itu menimbulkan masalah *multipath fading*, yaitu tidak konstannya daya terima (fluktuasi daya) yang diakibatkan besarnya *bandwidth* informasi dan jarak yang disebabkan pergerakan *user*. Hal ini dapat diatasi dengan teknologi OFDM dengan prinsip membagi data secara paralel pada beberapa *subcarrier*.

OFDMA adalah teknologi yang dapat diakses oleh banyak *user* (*multiple user*) dengan menggunakan *multiple access* OFDM. *Multiple user* mengakibatkan permasalahan pembagian daya pancar dan *bandwidth* kepada masing masing *user*. Sehingga dibutuhkan *resource allocation* daya maupun *bandwidth* kepada *subcarrier* pada masing masing *user*. Namun dalam tugas akhir ini fokus pada perhitungan relokasi daya yang dipancarkan dari BTS agar setiap *user* mempunyai *bit rate* yang merata (*fairness*) dan mencapai laju data maksimum yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan algoritma *Waterfilling* agar *bit rate* setiap *user* adalah merata (sama).

Dalam pengerjaan tugas akhir ini disimulasikan pengalokasian daya pada *downlink communication* di satu sel dengan satu *base station* dan 4 *mobile station* yang mengaksesnya. Berdasarkan hasil simulasi pengalokasian daya ini dapat dianalisa unjuk kerja dari metode *Waterfilling* dari faktor *fairness* maupun sistem laju data maksimum dalam teknologi OFDMA.

---

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Pengalokasian daya pada *radio resource allocation* dalam sistem OFDMA
2. Menganalisa unjuk kerja algoritma *Waterfilling* dalam parameter *fairness* maupun sistem laju data maksimum

## 1.3 Perumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang diangkat pada tugas akhir kali ini adalah :

1. Merancang simulasi alokasi *power* pada OFDMA
2. Pengaruh jumlah *subcarrier*
3. Melakukan simulasi terhadap sistem, serta menganalisa hasil – hasil yang diperoleh dengan membandingkan kinerja sistem OFDM dari sisi *fairness bit rate* dengan sistem laju data maksimum.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar kajian tugas akhir dapat fokus dan tidak mengkaji permasalahan secara berlebihan, maka pada tugas akhir ini dilakukan beberapa pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Simulasi dilakukan pada 1 sel yaitu 1 BTS dengan 4 *mobile station* pada sisi *downlink*
2. Algoritma yang digunakan adalah *Waterfilling*
3. *Channel State Information* seperti SNR, *channel gain to noise ratio*, *shadowing* dan *multipath fading* telah diketahui
4. Saat pentransmisian data diasumsikan kondisi kanal *user* sama dengan kondisi kanal yang telah ditetapkan,
5. Jenis modulasi yang dipakai adalah BPSK, QPSK, dan 16QAM,
6. Jenis modulasi yang dipakai berdasarkan nilai SNR untuk mencapai nilai BER  $10^{-3}$  pada kanal *fading*,
7. *Bandwidth* sistem yang digunakan adalah 1,25 MHz dengan jumlah *subcarrier* 72,
8. Spasi antar *subcarrier* adalah 15 KHz,

9. Semua *subcarrier* yang disediakan dipakai untuk data, dan tidak membahas mengenai kanal pilot, pilot *symbol* serta pilot *subcarrier*,
10. Tidak memperhitungkan parameter *uplink* sistem,
11. Simulasi menggunakan *software* Matlab R2009a.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Langkah yang akan ditempuh dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini diantaranya adalah :

1. Studi Literatur

Pencarian dan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-kajian yang berkaitan dengan masalah-masalah yang ada pada Tugas Akhir ini, baik berupa artikel, buku referensi, internet, dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan masalah Tugas Akhir.

2. Analisa Masalah

Dengan jalan menganalisa permasalahan yang ada berdasarkan sumber - sumber yang ada dan berdasarkan pengamatan terhadap masalah tersebut.

3. Desain dan Perancangan Sistem

Yaitu membuat rancangan-rancangan dan prediksi-prediksi berdasarkan hasil sistem yang ada serta dapat mensimulasikan sistem tersebut secara keseluruhan.

4. Simulasi Sistem

Setelah tahap perancangan berdasarkan standar yang ada, tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi sistem untuk melihat kerja sistem tersebut.

### 1.6 Sistematika Penulisan

#### BAB I **Pendahuluan**

Mengemukakan latar belakang masalah, perumusan masalah, ruang lingkup dan batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

- 
- BAB II Dasar Teori**  
Mengemukakan dasar teori OFDM, OFDMA dan *Waterfilling* sebagai algoritmanya.
- BAB III Perancangan Sistem**  
Berisi tentang perancangan pengalokasian daya pada radio *resource allocation* dalam sistem OFDMA.
- BAB IV Analisa Hasil Simulasi**  
Bab ini akan menganalisa hasil simulasi yang diperoleh pada bab sebelumnya.
- BAB V Kesimpulan Saran**  
Bab ini berisi kesimpulan dari hasil simulasi serta saran – saran yang dapat digunakan untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.



Telkom  
University

---

---

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. KESIMPULAN

Sesuai dengan simulasi dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Sistem OFDMA menggunakan algoritma *Waterfilling* selalu menghasilkan laju data maksimum algoritma *Waterfilling* paling baik yaitu sebesar  $4.3058 \times 10^7$  bps, disusul dengan algoritma *Flat Adding* sebesar  $1.7573 \times 10^7$  bps terakhir dengan tanpa *Waterfilling* sebesar  $1.6450 \times 10^7$  bps.
- 2) Fairness terbaik adalah *Waterfilling* senilai nol. Fairness kedua yang terbaik algoritma tanpa *Waterfilling* 0.14-0.207 dan *Flat Adding* 0.09-0.18 Sehingga diperoleh bahwa fairness yang paling baik adalah *Waterfilling* kemudian *Flat Adding* dan terakhir tanpa *Waterfilling*.
- 3) Nilai BER dalam Sistem OFDMA tergantung pada jenis modulasi yang digunakan dan untuk modulasi BPSK yang paling baik adalah *Waterfilling*
- 4) Penambahan daya pancar pada setiap *subcarrier* di algoritma *Waterfilling* bervariasi sesuai dengan nilai SNR setiap *subcarrier*, dan apabila SNR Threshold < SNR tiap *subcarrier* maka daya yang ditambahkan adalah nol.

#### 5.2. SARAN

Adapun saran untuk pengembangan Tugas Akhir ini agar dapat menjadi lebih baik dan lengkap lagi adalah sebagai berikut :

- 1) Penambahan skema *adaptive coding* untuk meningkatkan kualitas kanal.
- 2) Penggunaan algoritma penjadwalan yang lain.
- 3) Penggunaan estimasi kanal yang memperhitungkan adanya perubahan kanal saat estimasi kanal dilakukan dengan saat data ditransmisikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Angel Lozano, Antonia M. Tulino, Sergio Verdú, “*Mercury/Waterfilling: Optimum Power Allocation With Arbitrary Input Constellations*”,
- [2] Daniel Pérez Palomar and Javier R. Fonollosa, “*Practical Algorithms for a Family of Waterfilling Solutions*”, University of Catalonia, 2004,
- [3] Gerhard Münz, Stephan Pfletschinger, Joachim Speidel, “An Efficient Waterfilling Algorithm for Multiple Access”, University of Stuttgart, November 2002,  
<http://net.cs.uni-tuebingen.de/fileadmin/RI/members/muenz/documents/muenz02efficient-waterfilling.pdf>
- [4] Hadisusanto Yosia, “*OFDMA Resource Allocation Using Multiuser Constant-Power Waterfilling*”\_Institute for Telecommunications Heinrich-Hertz,2007,
- [5] Irwan,”*simulasi untuk mengukur kinerja sistem Multicarrier DS-CDMA dengan skema subcarrier hopping adaptif dan sistem konvensional* IT Telkom, Bandung,
- [6] Manurung, Erickson, “*Reduksi PAPR Menggunakan Partial Transmit Sequence dengan Cyclic Coding Pada Sistem OFDM*”, IT Telkom, Bandung, 2008

Telkom  
University