

# ANALISIS PENGGUNAAN ALGORITMA ALOKASI BERBASIS RELAKSASI MENGGUNAKAN MANAJEMEN SUMBER DAYA RADIO DAN KONTROL DAYA UNTUK EFISIENSI ENERGI

## ANALYSIS OF THE USE RELAXATION-BASED ALLOCATION ALGORITHMS USING RADIO RESOURCE MANAGEMENT AND POWER CONTROL FOR D2D COMMUNICATION ENERGY EFFICIENCY

Ganendra Edgarda Yumna<sup>1</sup>, Arfianto Fahmi<sup>2</sup>, Vinsensius Sigit Widhi Prabowo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>ganendra@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>arfiantof@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>vinsensiusvsw@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

Jurnal ini membahas tentang pengalokasian daya kepada *user* sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi untuk komunikasi D2D dalam jaringan seluler. Untuk mencapai daya optimal digunakan skema *Inverse Waterfilling* (IWF) berbasis algoritma Relaksasi dan pengalokasian RB ke *user* menggunakan algoritma *Greedy* dan algoritma *Mean Greedy* sebagai pembandingan. Dengan skema IWF berbasis algoritma Relaksasi, *user* dengan *noise* rendah akan dialokasikan daya yang tinggi, sedangkan *user* dengan *noise* tinggi dialokasikan daya yang rendah dan daya yang diberikan tidak terbuang sia-sia. Proses pengalokasian RB dilakukan terlebih dahulu dan pengalokasian daya dilakukan setelahnya.

**Kata Kunci:** *Greedy, Mean Greedy, Inverse Waterfilling, dan D2D*

---

### Abstract

This journal discusses the power allocation to users to can improve energy efficiency for D2D communication in cellular networks. To achieve optimal power used an Inverse Waterfilling (IWF) scheme based on the Relaxation algorithm and RB allocation to users use the Greedy algorithm and the Mean Greedy algorithm as a comparison. With the relaxation algorithm based IWF scheme, users with low noise will be allocated high power, while users with high noise are allocated low power, and the power provided is not wasted. The RB allocation process is carried out first and the power allocation is done afterward.

**Keywords :** *Greedy, Mean Greedy, Inverse Waterfilling, and D2D*

---

## 1. Pendahuluan

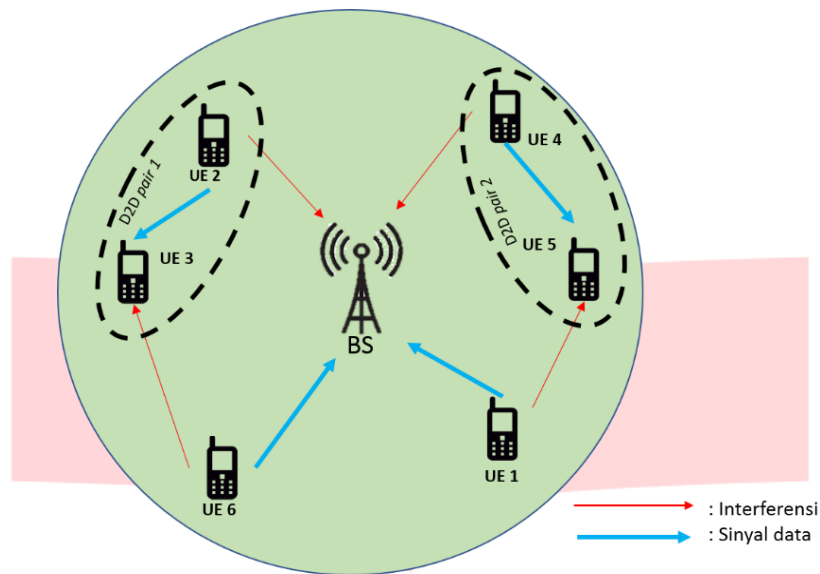
Perkembangan dan kebutuhan dalam teknologi pada bidang telekomunikasi semakin meningkat diiringi meningkatnya jumlah pengguna *smartphone*. Pada teknologi sebelum 5G, layanan hanya terbatas sampai komunikasi antara manusia dengan mesin, sehingga pada teknologi 5G terdapat layanan yang tidak ada pada teknologi sebelumnya [6]. Salah satu dari layanan tersebut adalah Device to Device (D2D) [3].

D2D merupakan fitur pada perangkat pengguna yang memungkinkan *user* dapat berkomunikasi secara langsung tanpa melalui *Base Transceiver Station* (BTS) dimana algoritma alokasi sumber daya yang efisien harus dikembangkan dengan tujuan mengurangi beban *traffic* karena semakin meningkat jumlah pengguna layanan seluler maka mengakibatkan layanan *traffic* semakin padat [4]. Maka, dibutuhkan skema *resources allocation* untuk mengalokasikan *resources block* (RB) kepada *user* [5]. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *Greedy* dan algoritma *Mean Greedy*. Pengalokasian RB menggunakan algoritma *Greedy* dilakukan dengan mengutamakan *user* yang mempunyai nilai CSI paling tinggi [2]. Sedangkan algoritma *Mean Greedy* dilakukan dengan mengurutkan *user* berdasarkan nilai rata-rata CSI dimulai dari yang terkecil sampai nilai yang terbesar dan *user* dengan nilai rata-rata CSI paling kecil mendapatkan alokasi RB terlebih dahulu [1]. Selain itu, *power allocation* juga dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi [7]. Skema yang dapat digunakan yaitu *Inverse Waterfilling* (IWF). Dengan menggunakan IWF, *user* dengan *noise* rendah akan dialokasikan daya lebih dibandingkan dengan *user* yang mempunyai *noise* tinggi [1].

Pada jurnal ini dilakukan simulasi pengalokasian daya menggunakan skema IWF berbasis algoritma Relaksasi dengan pengalokasian RB kepada *user* menggunakan algoritma *Greedy* dan algoritma *Mean Greedy* sebagai pembandingan. Dalam simulasi ini, pengalokasian RB kepada *user* dilakukan terlebih dahulu dan pengalokasian daya dilakukan setelahnya.

## 2. Dasar Teori dan Perancangan

### 2.1 Model Sistem



Gambar 1. Pemodelan sistem

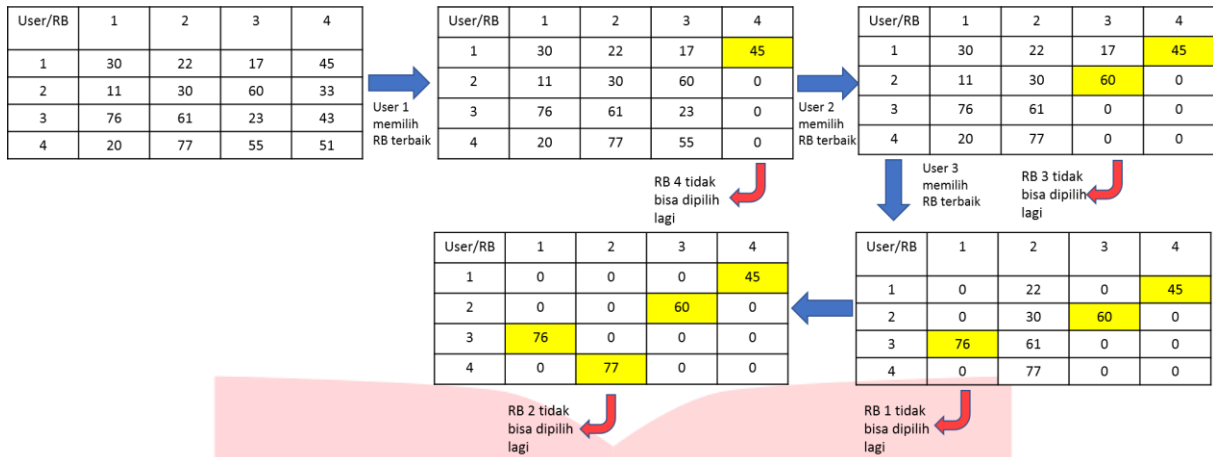
Pada perancangan model sistem ini digunakan skema simulasi yang menggunakan satu sel tunggal dengan komponen satu perangkat eNodeB, perangkat Cellular User Equipment (CUE), perangkat pemancar D2D (D2D Tx), dan perangkat penerima D2D (D2D Rx) dengan carrier 1.8 GHz dan Bandwidth 180000 Hz. Sistem ini bekerja dengan mengujikan jumlah user yang tersebar secara merata dan acak dengan kondisi trafik sama untuk setiap user sehingga tidak ada kondisi user yang mempunyai jarak sama yang berkumpul pada satu titik yang dapat mengakibatkan interferensi tinggi sehingga ratio SINR menjadi rendah dan performansi sistem menjadi buruk. Jarak cakupan BS 500 meter dan jarak antar pasangan D2D 50 meter. Skenario uplink pada gambar 3.2 dimana UE1 dan UE6 merupakan CU dan dua pasang D2D (UE3, UE4 dan UE5). UE2 dan UE4 merupakan 16 pemancar (D2D Tx), sedangkan UE3 dan UE5 adalah penerima (D2D Rx). Setiap pasangan D2D ketika melakukan komunikasi menggunakan resource yang sama pada CUE. UE6 mentransmisikan data ke BS menggunakan RB yang telah diberikan oleh BS. Pada waktu yang bersamaan D2D pair 1 melakukan komunikasi dengan menggunakan RB yang sama dengan UE6, maka UE6 menginterferensi UE3 dan UE2 menginterferensi BS. Proses tersebut juga berlaku pada D2D pair 2 yang melakukan komunikasi menggunakan RB yang sama pada UE1, sehingga mengakibatkan UE1 menginterferensi UE5 dan UE4 menginterferensi BS. Interferensi disimbolkan dengan garis berwarna merah.

### 2.2 Algoritma Greedy

Dalam pengalokasian *Resource Block* (RB) kepada *user* dapat menggunakan algoritma *Greedy* dimana dengan menggunakan nilai *Channel State Information* (CSI) yang terbaik, *user* akan mendapatkan RB terbaik. Terdapat dua kemungkinan apabila menggunakan algoritma ini yaitu yang pertama, *user* dapat memiliki lebih dari satu RB dan yang kedua, *user* tidak mendapatkan alokasi. Algoritma *Greedy* dapat ditentukan menggunakan persamaan [2] :

$$u^* = \arg \max H_{n,v}(t), \text{ untuk RB } v \quad (1)$$

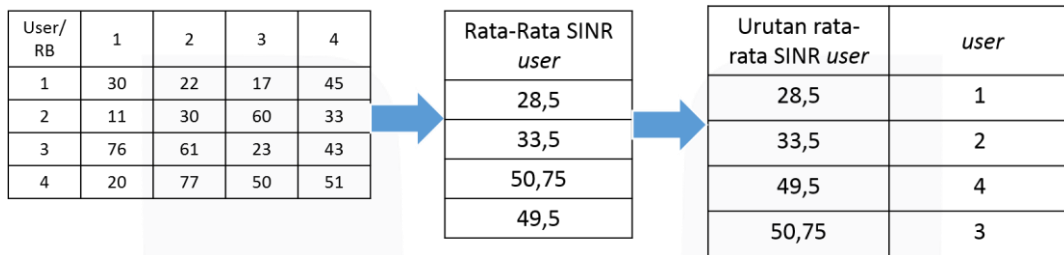
Dimana  $u^*$  merupakan user dan  $H_{n,v}$  adalah nilai CSI yang direpresentasikan oleh SINR.



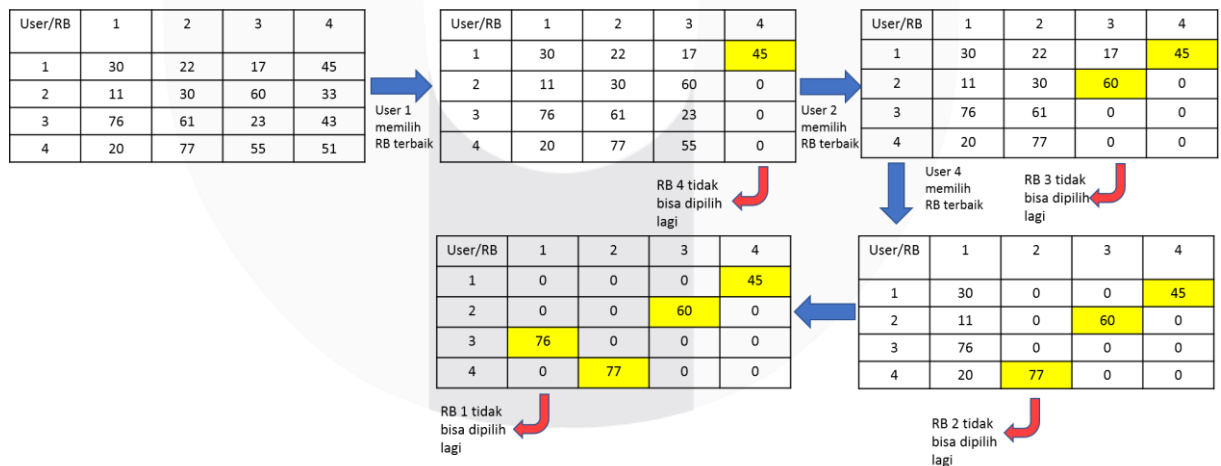
Gambar 2. Ilustrasi algoritma Greedy [1]

2.3 Algoritma Mean Greedy

Algoritma *Mean Greedy* merupakan modifikasi dari algoritma *Greedy*. Pada dasarnya pengaplikasian algoritma *Mean Greedy* dilakukan dengan melihat dari sisi *user*. Proses dari algoritma tersebut dimulai dengan menghitung nilai mean pada RB dari semua *user*. Apabila *user* mempunyai nilai rata-rata CSI paling kecil maka berhak untuk mendapatkan RB dengan kualitas yang sangat baik [1]. Sehingga, kemungkinan *user* yang mempunyai kualitas buruk untuk mendapatkan RB yang baik semakin meningkat. Proses dari algoritma *Mean Greedy* dapat dijelaskan sebagai berikut [1] :



Gambar 3. Ilustrasi pengurutsn *mean greedy*



Gambar 4. Ilustrasi algoritma *Mean Greedy* [1]

## 2.4 Algoritma *Inverse Waterfilling Power Control*

*Inverse Waterfilling* memiliki fungsi yang berkebalikan dengan algoritma *Waterfilling* dimana *user* yang mempunyai kondisi kanal baik akan dialokasikan daya yang lebih banyak dengan tujuan untuk memaksimalkan koneksi. *User* dengan kondisi kanal yang buruk akan mendapatkan daya yang lebih sedikit. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan daya yang diberikan tidak akan sia-sia terpakai untuk kanal yang buruk [1].

## 2.5 Algoritma Relaksasi

Algoritma Relaksasi merupakan sebuah modifikasi dalam pengalokasian daya dengan membatasi daya menggunakan batas atas sebagai nilai maksimal dan batas bawah sebagai nilai minimum. Hal tersebut digunakan untuk menghasilkan daya yang lebih efisien..

## 2.6 Proses Simulasi

Proses pertama dalam simulasi dilakukan dengan penebaran *user* secara acak dalam cakupan eNodeB. Setelah itu melakukan proses pembangkitan *Channel State Information (CSI)*. Algoritma *Greedy* dan *Mean Greedy* digunakan untuk menentukan alokasi RB pada setiap *user* sesuai dengan nilai CSI yang didapatkan. Setelah pengalokasian RB, proses selanjutnya adalah pengalokasian daya menggunakan skema *Invers Waterfilling* berbasis algoritma Relaksasi

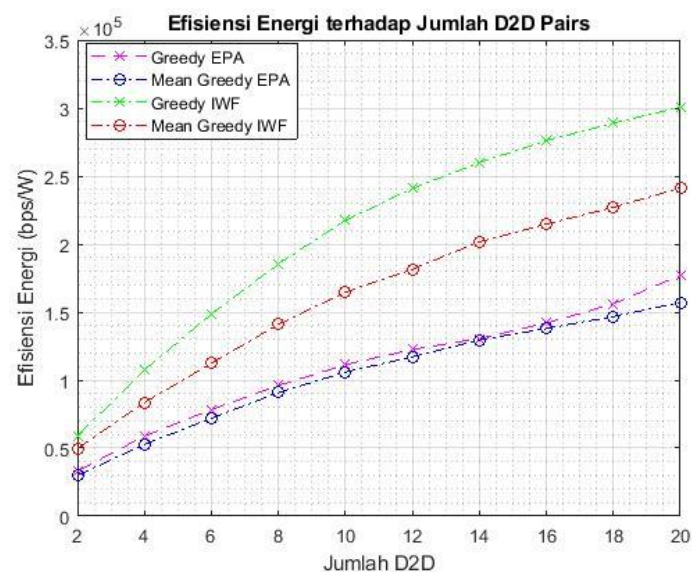
Table 1. Parameter simulasi [1]

Layout sel	single cell
Cell radius	500 meter
Frekuensi carrier	1.8 GHz
Bandwidth resource block	180000 Hz
Daya Pancar eNodeB	0.5 Watt
Jumlah User	2-20 dengan kenaikan 2
Jumlah resource block per TTI	20
Jumlah TTI per pengamatan	2700

## 3. Analisis Hasil Simulasi

### 3.1 Efisiensi Energi

Parameter yang diamati adalah nilai efisiensi energi. Efisiensi energi merupakan banyaknya data yang terkirim pada daya 1 Watt [1]. Pada perhitungan ini nilai efisiensi energi skema algoritma *Greedy IWF* berbasis Relaksasi dan skema algoritma *Mean Greedy IWF* berbasis Relaksasi dibandingkan dengan skema algoritma *Greedy EPA* dan algoritma *Mean Greedy EPA*.

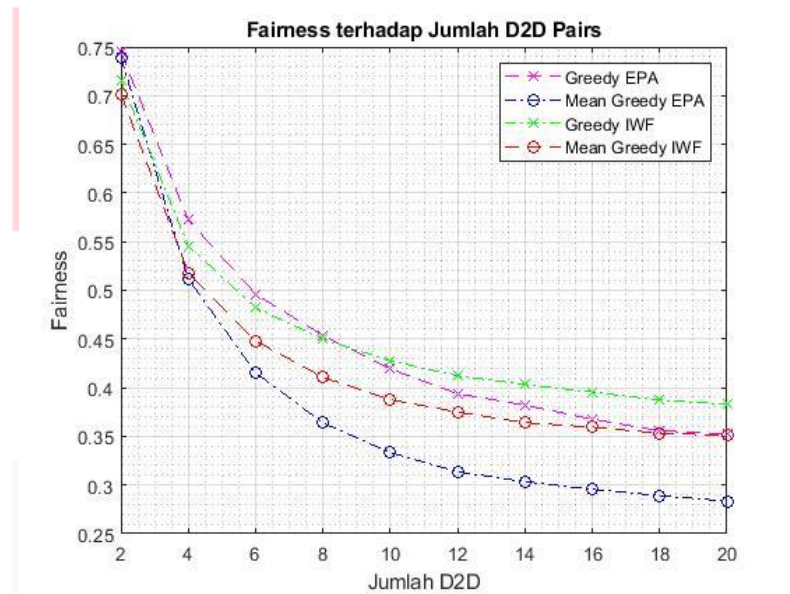


Gambar 5. Perbandingan efisiensi energi

Pada Gambar 5 terlihat bahwa semakin bertambahnya jumlah D2D pairs, maka nilai dari efisiensi energi menggunakan skema Greedy EPA, Mean Greedy EPA, Greedy IWF berbasis algoritma Relaksasi, dan Greedy IWF berbasis algoritma Relaksasi semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan nilai *data rate* yang didapatkan semakin meningkat. Nilai efisiensi energi terbaik didapatkan pada algoritma Greedy IWF berbasis algoritma Relaksasi dengan nilai sebesar  $0,2084 \times 10^6$  bps/Watt

### 3.2 Fairness

Parameter ini dipakai untuk mengetahui informasi dari kesamaan kesempatan yang didapatkan oleh semua *user* dalam mendapatkan RB [1]. Pada perhitungan ini nilai efisiensi energi skema algoritma *Greedy IWF* berbasis Relaksasi dan skema algoritma *Mean Greedy IWF* berbasis relaksasi dibandingkan dengan skema algoritma *Greedy EPA* dan algoritma *Mean Greedy EPA*.



Gambar 6. Perbandingan *fairness*

Pada Gambar 6 terlihat bahwa semakin bertambahnya jumlah D2D pairs, maka nilai *fairness* yang menggunakan algoritma *greedy EPA*, algoritma *mean greedy EPA*, algoritma *greedy IWF* berbasis algoritma relaksasi, dan algoritma *mean greedy IWF* berbasis algoritma relaksasi akan semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan semakin bertambahnya jumlah D2D pairs. Nilai *fairness* terbaik didapatkan pada skema *Greedy IWF* berbasis algoritma Relaksasi sebesar 0,4602. Nilai tersebut lebih tinggi 1,41% dari *Greedy EPA*, 1,96% dari *Mean Greedy EPA*, dan 7,80% dari *Mean Greedy IWF* berbasis algoritma Relaksasi.

### 4. Kesimpulan

Dalam jurnal ini menampilkan perbandingan efisiensi energi dan *fairness* pada sistem dengan tambahan perangkat D2D. Tujuan utama dari simulasi ini adalah menganalisis performansi efisiensi energi dan *fairness* sistem.

Skema alokasi yang digunakan untuk mengalokasikan RB adalah skema alokasi *greedy* dan *mean greedy* sebagai pembandingan. Untuk pengalokasian daya menggunakan skema *Inverse Waterfilling (IWF)* berbasis algoritma Relaksasi. Hasil simulasi didapatkan skema *Greedy IWF* berbasis algoritma Relaksasi mempunyai nilai efisiensi energi lebih tinggi 88,59% dari skema *Greedy EPA*, 100% dari *Mean Greedy EPA*, dan 28,88% dari *Mean Greedy IWF* berbasis Relaksasi. Sedangkan nilai *fairness* paling baik didapatkan pada skema *Greedy IWF* berbasis algoritma relaksasi dengan nilai lebih tinggi 1,41% dari *Greedy EPA*, 1,96% dari *Mean Greedy EPA*, dan 7,80% dari *Mean Greedy IWF* berbasis algoritma Relaksasi.

### Daftar Pustaka :

- [1] V. S. W. Prabowo, A. Fahmi, and D. Perdana, "Radio resources allocation based-on energy saving for lte-advanced system," eProceedings of Engineering, vol. 4, no. 1, 2017.
- [2] R. H. Akbar, A. Fahmi, and H. Vidyningtyas, "Pengaruh penggunaan skema pengalokasian daya waterfilling berbasis algoritma greedy terhadap perubahan efisiensi spektral system pada jaringan lte," Prosiding SeNTIK STI&K, vol. 1, 2018.

- [3] E. Wijanto, "Analisis kesiapan teknologi dalam penerapan teknologi telekomunikasi generasi kelima (5g)," *Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 23, 2017.
- [4] M. P. PAMUNGKAS, "Analisis manajemen interferensi komunikasi deviceto-device (d2d) menggunakan metode power control," 2017.
- [5] S. Sadr, A. Anpalagan, and K. Raahemifar, "Radio resource allocation algorithms for the downlink of multiuser ofdm communication systems," *IEEE communications surveys & tutorials*, vol. 11, no. 3, pp. 92–106, 2009.
- [6] E. Wijanto, "Analisis kesiapan teknologi dalam penerapan teknologi telekomunikasi generasi kelima (5g)," *Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 23, 2017.
- [7] A. ABADI, "Manajemen interferensi dengan menggunakan power control untuk komunikasi device-to-device (d2d) dalam jaringan komunikasi seluler."