

## ANALISIS PENGGUNAAN ALGORITMA ALOKASI SUMBER DAYA BERBASIS NR-PSO UNTUK SISTEM KOMUNIKASI DEVICE-TO-DEVICE

### ANALYSIS OF THE USAGE OF RESOURCE ALLOCATION ALGORITHM BASED ON NR-PSO FOR DEVICE-TO-DEVICE SYSTEMS

Intan Taradea S, Dr. Nachwan Mufti A., S.T., M.T<sup>2</sup>, Vinsensius Sigit W. P., S.T., M.T<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>intantsofyan@students.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>nachwanma@telkomuniversity.co.id,

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

#### Abstrak

Perkembangan kemajuan teknologi pada era *modern* ini terjadi sangat pesat, hal ini berbanding lurus dengan penggunaan layanan data yang sangat tinggi. Layanan komunikasi berbasis seluler adalah tonggak utama bagi pengguna layanan data. Semakin banyak *Cellular User* (CU) maka akan semakin besar sumber daya spektrum dan kecepatan laju data yang dibutuhkan. *Device to Device* (D2D) merupakan teknologi yang dapat bekerja langsung tanpa melewati *evolved Node B* (eNB) dengan cara menggunakan kembali sumber daya spektrum pada CU. Sumber daya spektrum pada dasarnya hanya dapat dipakai secara bergantian oleh CU, maka dari itu dalam penelitian ini akan menjelaskan pengalokasian sumber daya spektrum agar dapat dipakai secara bersamaan dengan membagi sumber daya menjadi beberapa *Resource Block* (RB). Akan tetapi, hal ini dapat menyebabkan adanya interferensi antara D2D *user* dan CU. Untuk menanggulangnya, dilakukan penelitian simulasi alokasi sumber daya pada arah *downlink* di jaringan LTE *underlay* menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan algoritma *Random Allocation* sebagai pembandingan. Algoritma diujikan dalam satu skenario yaitu pada variasi jumlah CU. Kemudian memunculkan nilai dari efisiensi spektral, efisiensi energi, total *data rate*, dan *fairness*. Pencapaian pada penelitian ini adalah dengan menggunakan algoritma PSO dapat memperoleh hasil dari efisiensi spektral, efisiensi energi, total *data rate*, dan *fairness* yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma *Random Allocation*.

**Kata Kunci :** *Cellular User, Device to Device, Particle Swarm Optimization, Random Allocation.*

#### Abstract

The development of technological advances in the modern era is happening very rapidly, this is directly proportional with the use of very high data services. Communication service based on cellular is a major milestone for data service users. If there are more Cellular Users (CU), so it need a greater the spectrum resources and the speed of data rates. Device to Device (D2D) is a technology that can work directly without passing through the evolved Node B (eNB) by reusing spectrum resources in the CU. Spectrum resources basically can only be used interchangeably by CU, therefore in this study will explain the allocation of spectrum resources so that they can be used simultaneously by dividing resources into several Resource Block (RB). However, this can cause interference between D2D users and CU. To overcome this, a simulation study of resource allocation in the downlink direction on the LTE network using the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm and the Random Allocation algorithm as a comparison. The algorithm is tested in one scenario, that is the variation in the number of CU. Then it bring up the values of spectral efficiency, energy efficiency, total data rate, and fairness. The achievement of this research is by using the PSO algorithm to obtain results from the spectrum of efficiency, energy efficiency, total data rate, and fairness that are better than the Random Allocation algorithm.

**Keywords :** Cellular User, Device to Device, Particle Swarm Optimization, Random Allocation.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

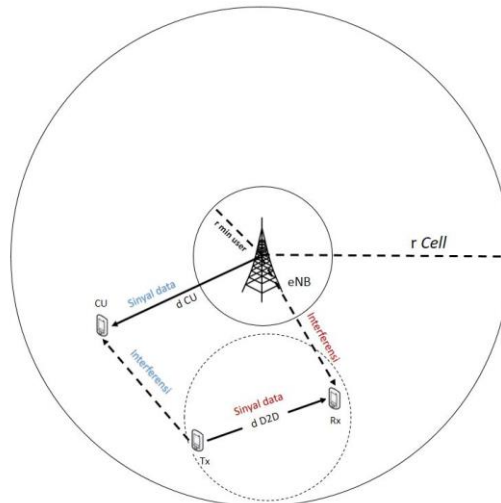
*Device to Device* (D2D) merupakan teknologi komunikasi generasi kelima yang sangat menjanjikan karena teknologi D2D dapat menghubungkan suatu kanal pengirim (Tx) dan kanal penerima (Rx) tanpa melewati *Base Transceiver Station* (BTS) atau *evolved Node B* (eNB). eNB adalah sebuah infrastruktur telekomunikasi LTE dan generasi selanjutnya dimana sebagai tempat untuk meneruskan informasi. Prinsip kerja eNB adalah jika sebuah Tx mengirimkan suatu informasi akan diteruskan ke eNB kemudian eNB mengirimkan informasi tersebut ke Rx. Dalam satu *cell* komunikasi, terdapat dua *user* yaitu *Device to Device* (D2D) *user* dan *Cellular User* (CU). CU adalah *user* yang masih membutuhkan eNB sebagai pusat untuk meneruskan suatu informasi. D2D *user* adalah

*user* yang mampu melakukan komunikasi secara langsung dengan D2D *user* lainnya tanpa melalui eNB dengan memakai sumber daya spektrum pada CU, sehingga antar perangkat dapat saling bertukar informasi dengan waktu yang relatif lebih cepat dibandingkan CU. Akan tetapi, hal ini dapat menyebabkan suatu interferensi antar kedua *user*[1]. Pada penelitian ini, algoritma yang dipakai dalam pengalokasian RB pada komunikasi D2D arah *downlink* adalah algoritma PSO dan algoritma *Random Allocation* sebagai pembanding. Simulasi dilakukan pada jaringan 4G LTE *underlay* yang memiliki frekuensi *carrier* sebesar 1,8 GHz. Hasil dari simulasi akan menunjukkan parameter performansi yaitu nilai dari efisiensi spektral, efisiensi energi, total *data rate*, dan *fairness* yang diujikan pada satu skenario yaitu variasi jumlah CU. Berdasarkan dari hasil simulasi, penulis mampu menganalisis parameter performansi yang didapatkan menggunakan algoritma PSO.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi

Pada penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah menggunakan studi literatur yang diambil dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan masalah penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya, belum menerapkan pengalokasian RB di komunikasi D2D menggunakan algoritma PSO. Sehingga pada penelitian ini akan melakukan simulasi pengalokasian RB di komunikasi D2D menggunakan algoritma PSO dengan menggunakan skenario jumlah variasi CU arah *downlink*. Simulasi diawali dengan penyebaran *user* dalam sebuah *cell* tunggal dengan radius 500 m.

### 2.1 Desain Model Sistem



Gambar 1. Pemodelan Sistem.

Pada Gambar 1. Sistem dimodelkan menggunakan *cell* tunggal sehingga tidak mengalami interferensi antar *cell* lain. Sistem terdiri dari *evolved Node B*, CU, dan sepasang D2D *user*. eNodeB terdiri dari frekuensi *carrier* sebesar 1800 MHz dan *bandwidth* 18 MHz, model kanal yang dipakai adalah *Free Space Loss*. Kemudian mengalokasikan RB pada komunikasi D2D menggunakan algoritma PSO. Model propagasi yang dipakai memiliki persamaan[2] :

$$L_p(\text{dB}) = 32,4 + 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f_c) \quad (1)$$

Dimana  $d$  adalah jarak antara kedua perangkat pemancar dan penerima (km), dan  $f_c$  adalah frekuensi *carrier* (MHz).

### 2.2 Konsep Device to Device

*Device to Device* (D2D) adalah teknologi transmisi yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi jaringan dan merupakan teknologi yang dapat diterapkan pada teknologi 5G. D2D mampu menguatkan sinyal jarak dekat karena tidak membutuhkan bantuan eNB dalam mentransmisikan data, hal ini sangat dibutuhkan saat seseorang berada jauh dari jangkauan eNB. D2D *user* yang mampu melakukan komunikasi secara langsung dengan D2D *user* lainnya tanpa melalui eNB dengan memakai sumber daya spektrum pada CU, sehingga antar perangkat dapat saling bertukar informasi dengan waktu yang relatif lebih cepat dibandingkan CU. Dalam satu *cell* terdiri dari dua *user* yaitu D2D *user* dan CU, dimana keduanya dapat berbagi spektrum sehingga dapat menimbulkan interferensi.

Namun, D2D user menggunakan *data rate* yang tinggi sehingga dapat lebih meningkatkan efisiensi spektral dalam jaringan. Keuntungan D2D yang lainnya adalah untuk meningkatkan *throughput*, efisiensi energi, *delay*, dan *fairness*[3][4]

### 2.3 Alokasi RB Menggunakan Algoritma PSO

Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) adalah algoritma yang dapat digunakan untuk pencarian jalur terbaik. Algoritma ini dapat mengatasi permasalahan dengan cara menggerakkan partikel menggunakan fungsi tertentu untuk posisi dan kecepatan dari sebuah partikel. Algoritma PSO dapat dianalogikan dengan sekelompok burung yang secara acak mencari tempat makanan terbaik disuatu area. Di area tersebut terdapat beberapa tempat makanan terbaik yang akan dicari, seluruh burung tidak mengetahui dimana tempat makanan tersebut, tetapi mereka mengetahui jarak makanan tersebut di setiap iterasi. Jadi, cara yang efektif adalah mengikuti burung yang lebih dekat dengan makanan terbaik itu. Modifikasi yang dilakukan adalah setiap iterasi didapat solusi terbaik yang berbeda mengenai posisi terbaik burung dengan jumlah iterasi sama dengan jumlah CU, sehingga pada akhir proses komputasi PSO didapatkan beberapa solusi terbaik sesuai dengan jumlah CU yang merupakan hasil pengalokasian CU terhadap RB.[5]

Proses algoritma ini dimulai dengan mengamsumsikan ukuran kelompok atau jumlah partikel (NPop), kecepatan (V), dan posisi (X) awal pada tiap partikel dalam N dimensi ditentukan secara acak. Kemudian nilai *fitness* setiap partikel ditafsir menurut fungsi sasaran (*objective function*) yang ditetapkan. Jika nilai *fitness* setiap partikel pada lokasi saat ini lebih baik dari *Pbest* dan *Gbest*, maka *Pbest* dan *Gbest* diatur untuk posisi saat ini. Untuk menghitung kecepatan pada iterasi berikutnya dengan persamaan[5]:

$$V_j(i) = \Phi V_j(i-1) + c_1 r_1 [P_{best, j} - X_j(i-1)] + c_2 r_2 [G_{best, j} - X_j(i-1)] \tag{2}$$

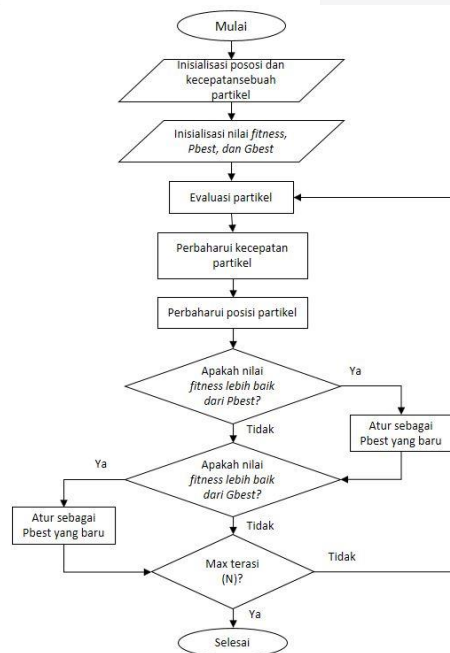
Dengan ,

$$\phi = \phi_{maks} - \left( \frac{\phi_{maks} - \phi_{min}}{iterasi\ max} \right) * iterasi \tag{3}$$

Dimana *i* adalah iterasi, *r1* dan *r2* adalah bilangan random dari 0 sampai 1, *c* adalah *learning rates*, dan  $\theta$  merupakan bobot inersia. Setelah itu menentukan posisi partikel pada iterasi berikutnya dengan menggunakan persamaan[5]:

$$X_j(i) = X_j(i-1) + V_j(i) \tag{4}$$

Mengevaluasi kembali nilai fungsi tujuan serta mengupdate *Pbest* dan *Gbest*. Iterasi dilakukan sampai menemukan solusi terbaik bila belum menemukan nilai yang bagus maka dilakukan pengulangan.



Gambar 2 Diagram Alir Algoritma PSO

## 2.4 Proses Simulasi

Proses simulasi menggunakan algoritma PSO dan algoritma *random allocation* sebagai pembanding. Skenario yang dipakai adalah jumlah variasi CU, sedangkan parameter performansi yang akan dianalisis adalah efisiensi spektrum, efisiensi energi, total *data rate*, dan *fairness*. Proses simulasi berawal dengan memberikan nilai input pada parameter model sistem seperti pada Tabel 1. Kemudian menghitung jarak, *gain*, *pathloss*, SNR, SINR, dan *data rate*. Selanjutnya dilakukan pengalokasian RB pada tiap *user* menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization*. Setelah RB dialokasikan, maka tahap akhir akan dievaluasi parameter performansinya yaitu total efisiensi spektrum, efisiensi energi, total *data rate*, dan *fairness*.

Tabel 1. Parameter Simulasi

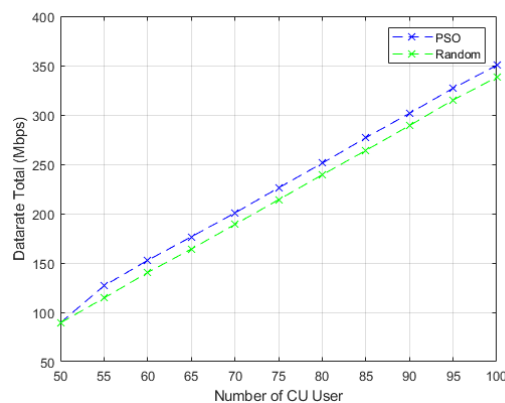
Parameter	Nilai
Frekuensi <i>Carrier</i>	1800 MHz
<i>Bandwidth</i> RB	180 KHz
<i>Bandwidth</i> sistem	18 MHz
<i>Fading Channel</i>	<i>Rayleigh (Random)</i>
Jumlah CU	50-100 user (kenaikan sebesar 5)
Jumlah D2D <i>user</i>	50 user
Model Propagasi	<i>Free Space Loss</i>
Jari-jari <i>cell</i>	500 m
<i>Noise power</i>	-174 dBm
Daya kirim eNB	46 dBm
Daya kirim D2D <i>user</i>	20 dBm
Jumlah TTI per pegamatan	100 TTI

## 3. Hasil Simulasi dan Analisis

Simulasi dilakukan dengan satu skenario yaitu jumlah variasi CU, skenario tersebut untuk mengamati kualitas layanan informasi pada sistem dengan perubahan CU yang bervariasi mulai dari 50-100 *user* dengan kenaikan 5 *user* dan jumlah pasangan D2D *user* sebanyak 50 *user*.

### 3.1 Total *Data Rate* Sistem

Total *data rate* adalah penjumlahan seluruh *data rate* pada CU dan D2D *user* pada sistem. Pada skenario variasi jumlah CU, nilai total *data rate* cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah *user* maka akan semakin banyak pula data yang di transmisikan. Berdasarkan Grafik di Gambar 2. terlihat bahwa grafik tertinggi yaitu menggunakan algoritma PSO karena algoritma PSO mengalokasikan RB berdasarkan nilai RB terbaik, sedangkan *random allocation* mengalokasikan RB secara acak sehingga nilai total *data rate* yang di hasilkan algoritma PSO lebih besar di bandingkan algoritma *random allocation*.

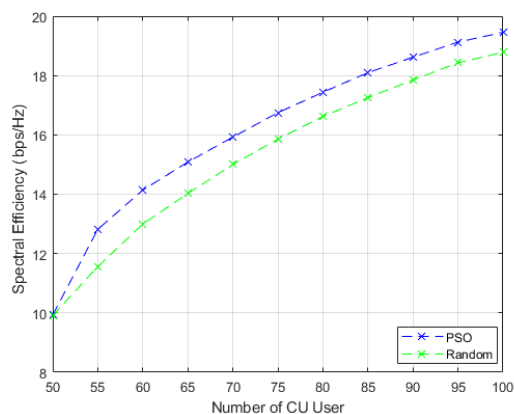


Gambar 2. Grafik Total *Data Rate*

Nilai rata-rata total *data rate* pada algoritma PSO lebih tinggi yaitu 225,3586 Mbps, sedangkan nilai rata-rata total *data rate* pada algoritma *random allocation* adalah 214,2597 Mbps. Peningkatan nilai total *data rate* terhadap bertambahnya jumlah CU cenderung stabil pada kedua algoritma.

### 3.2 Efisiensi Spektral

Efisiensi Spektral adalah nilai laju data yang dapat disediakan oleh jaringan dalam satu Hertz. Jika nilai efisiensi spektral tinggi menunjukkan bahwa teknologi dari sistem tersebut dapat menyediakan kapasitas yang besar. Grafik pada Gambar 3. menunjukkan bahwa nilai efisiensi spektral pada simulasi ini naik setiap penambahan CU baik menggunakan algoritma PSO maupun *random allocation*. Hal ini dikarenakan nilai total *data rate* yang di dapatkan juga meningkat setiap penambahan CU.

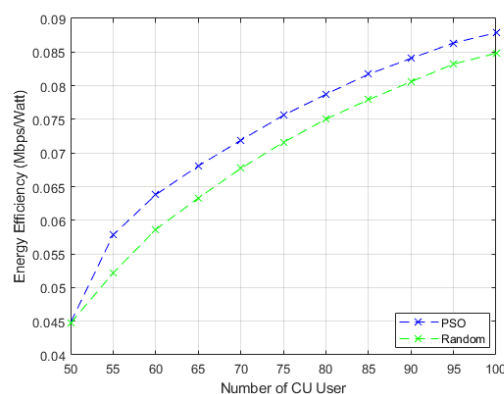


Gambar 3. Grafik Efisiensi Spektral

Terlihat bahwa menggunakan algoritma PSO lebih baik dari pada algoritma *random allocation*. Nilai rata-rata efisiensi spektral pada simulasi menggunakan algoritma PSO adalah 16,1245 bps/Hz sedangkan simulasi menggunakan algoritma *resource allocation* adalah 15,2985 bps/Hz. Teknologi pada sistem akan lebih baik jika memiliki nilai laju data yang disediakan per Hertz nya besaryaitu dengan menggunakan algoritma PSO.

### 3.3 Efisiensi Energi

Efisiensi energi adalah nilai laju data yang ditransmisikan per satu watt. jika nilai efisiensi energi besar maka teknologi tersebut dapat dikatakan bagus karena dapat menghemat daya. Grafik pada Gambar 4. terlihat naik dikedua algoritma akan tetapi masih lebih unggul menggunakan algoritma PSO. Hal ini dikarenakan peningkatan nilai total *data rate* pada algoritma PSO lebih besar di bandingkan algoritma *resource allocation*.



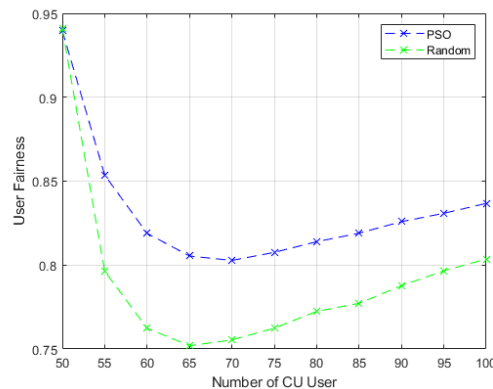
Gambar 4. Grafik Efisiensi Energi

Terpapar bahwa simulasi menggunakan kedua algoritma meningkat seiring bertambahnya jumlah CU. Nilai rata-rata efisiensi energi pada algoritma PSO adalah sebesar 0,0728 Mbps/watt, sedangkan pada algoritma

*resource allocation* adalah 0,0691 Mbps/watt. Maka penggunaan algoritma PSO dapat menghemat pemakaian energi karena algoritma PSO dapat mengalokasikan RB berdasarkan nilai terbaik pada setiap iterasi.

### 3.4 Fairness

*Fairness* adalah keadilan kualitas kanal yang diperoleh oleh *user* pada saat alokasi yang bergantung pada kualitas SNR. Grafik pada Gambar 5. terlihat penurunan yang signifikan dari jumlah CU 50 hingga 65 user hal ini disebabkan karena terdapat 5 hingga 15 RB yang tidak terpakai sehingga menyebabkan kesenjangan. Sedangkan dari 65 hingga 100 CU mengalami peningkatan hal ini dikarenakan jika slot RB semakin banyak maka akan meminimalisir terjadinya kesenjangan. Nilai tertinggi yang diperoleh menggunakan algoritma PSO dan random allocation adalah pada titik 50 user hal ini disebabkan karena jumlah CU sama dengan jumlah D2D.



Gambar 5. Grafik *Fairness*

Pada Gambar 5. terlihat nilai rata-rata *fairness* terbaik adalah 0,8322 atau 83% keadilan kanal yang di dapatkan per setiap *user* menggunakan algoritma PSO. Sedangkan 0,7915 atau 79% keadilan kanal per tiap *user*.

## 4. Kesimpulan

Hasil simulasi menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) dalam mengalokasikan *Resource Block* (RB) lebih baik dari algoritma *random allocation*, hal ini terbukti dari grafik parameter performansi yang diujikan. Algoritma PSO dapat memilih nilai terbaik pada RB di setiap iterasinya, sedangkan algoritma *random allocation* memilih secara acak nilai pada RB. Terlihat juga pada grafik simulasi bahwa penggunaan algoritma PSO dapat menghemat daya, dan spektrum, begitupun tingkat keadilan yang cukup tinggi

### Daftar Pustaka

- [1] J. Chung, D. Kim, and Y. Sung, "Design of amplify-and-forward helper stations for cellular networks with device-to-device links," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 41, no. 5, pp. 539–545, 2016.
- [2] Y. A. Alqudah, "On the performance of cost 231 walfisch Ikegami model in deployed 3.5 GHz network," in *2013 The International Conference on Technological Advances in Electrical, Electronics and Computer Engineering (TAECE)*. IEEE, 2013, pp. 524–527.
- [3] A. Asadi, Q. Wang, and V. Mancuso, "A survey on device-to-device communication in cellular networks," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, no. 4, pp. 1801–1819, 2014.
- [4] Y. Zhang, E. Pan, L. Song, W. Saad, Z. Dawy, and Z. Han, "Social network aware device-to-device communication in wireless networks," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 14, no. 1, pp. 177–190, 2014.
- [5] M. N. Ramos, A. Fahmi, and A. D. Pambudi, "Pengaruh jumlah partikel pada algoritma particle swarm optimization terhadap performansi pengalokasian sumber daya LTE pada sistem MIMO-OFDM 2x2," *Prosiding SeNTIK STI&K*, vol. 1, 2018.