

ANALISIS PENGGUNAAN ALGORITMA BERBASIS HEURISTIK UNTUK ALOKASI *RESOURCE BLOCK* PADA KOMUNIKASI D2D

ANALYSIS OF HEURISTIC-BASED ALGORITHMS UTILIZATION FOR *RESOURCE BLOCK ALLOCATION* IN D2D COMMUNICATIONS

Muhammad Erza Fathani Putrafasa¹, Arfianto Fahmi², Vinsensius Sigit Widhi Prabowo³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

¹erzafasa@student.telkomuniversity.ac.id, ²arfiantof@telkomuniversity.ac.id,

³vinsensiusvsw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Jurnal ini membahas tentang simulasi pengalokasian *resource block* kepada *user* sehingga dapat meningkatkan performansi pada *data rate*, efisiensi energi, dan efisiensi spectral untuk komunikasi D2D dalam jaringan seluler. Untuk mengurangi kompleksitas pada perhitungan maka digunakan algoritma *greedy* dan *mean greedy* berbasis heuristik pada pengalokasian RB ke *user* dan algoritma *greedy* dan algoritma *mean greedy* sebagai pembanding. Dengan algoritma berbasis heuristik, seluruh *resource block* akan dialokasikan kepada *user* sampai tidak ada *resource block* yang tersisa. Sehingga, algoritma yang berbasis heuristik dapat meningkatkan nilai performansi pada D2D. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pengalokasian RB dengan algoritma berbasis heuristik dapat secara signifikan meningkatkan total *data rate* sistem dibandingkan dengan algoritma yang tidak berbasis heuristik. Algoritma *greedy* berbasis heuristik terjadi peningkatan total data rate sebesar 98,47% dan 82,75% pada algoritma *mean greedy* berbasis heuristik.

Kata Kunci: D2D, alokasi sumber daya blok, *greedy*, *mean greedy*, *heuristik*

Abstract

This journal discusses about simulation of the allocation of resource blocks to users to improve performance in data rates, energy efficiency, and spectral efficiency for D2D communication in cellular networks. To reduce the complexity of the calculation, the heuristic-based greedy algorithm and mean greedy algorithm are used in allocating RB to the user and the greedy algorithm and the mean greedy algorithm as a comparison. With a heuristic-based algorithm, all resource blocks will be allocated to users until there are no resource blocks left. So, the heuristic-based algorithm can increase the value of performance on D2D. The simulation results show that the allocation of RB with heuristic-based algorithms can significantly increase the total data rate of the system compared to non-heuristic-based algorithms. The heuristic-based greedy algorithm shows an increase in the total level of 98.47% and 82.75% in the heuristic-based mean greedy algorithm.

Keywords: D2D, resource block allocation, *greedy*, *mean greedy*, *heuristic*

1. Pendahuluan

Dengan meningkatnya jaringan data yang pesat, teknologi terdahulu tidak bisa lagi memenuhi kebutuhan saat ini, maka teknologi komunikasi Device-to-device (D2D) diperkenalkan. Sebagai teknologi komunikasi yang baru, teknologi komunikasi Device-to-device (D2D) merupakan sebuah teknologi yang sedang dikembangkan untuk sistem komunikasi seluler generasi kelima (5G) [1]. Teknologi ini mengizinkan komunikasi secara langsung antara perangkat tanpa membutuhkan Base Station (BS) untuk transfer data. Mekanisme ini tidak hanya menghemat sumber daya pada nirkabel, tetapi juga mengurangi beban pada BS.

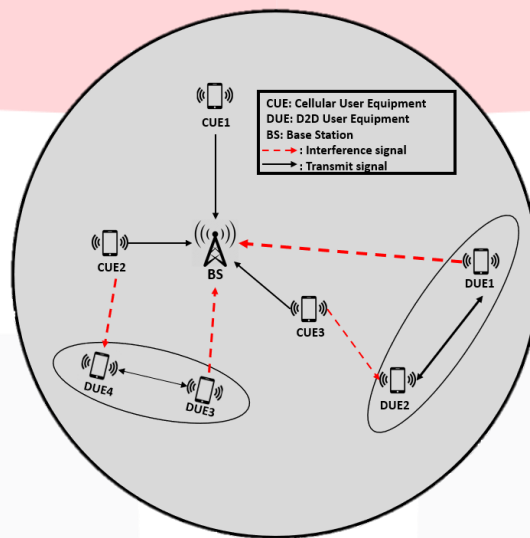
Pada komunikasi D2D pengalokasian *resource block* dibutuhkan untuk meningkatkan performa sistem untuk mengalokasikan *resources block* (RB) kepada *user*. Beberapa algoritma yang digunakan adalah algoritma *greedy* dan algoritma *mean greedy*. Pada pengalokasian RB yang menggunakan algoritma *greedy*, *user* yang mempunyai nilai CSI paling tinggi akan dialokasikan terlebih dahulu [2]. Berbeda dengan algoritma *mean greedy* pengalokasian dilakukan dengan mengurutkan *user* berdasarkan nilai rata-rata CSI terlebih dahulu dimulai dari yang terkecil sampai nilai terbesar dan *user* dengan nilai rata-rata CSI terkecil akan mendapatkan alokasi RB terlebih dahulu [3]. Sedangkan pada algoritma *greedy* dan *mean greedy* berbasis heuristik, pengalokasian maksimal terhadap jumlah RB yang disediakan, sehingga semua RB yang disediakan akan terpakai.

Pada jurnal ini dilakukan simulasi pengalokasian *resource block* menggunakan algoritma *greedy* dan *mean greedy* berbasis heuristik dengan algoritma *greedy* dan algoritma *mean greedy* sebagai pembanding dan Parameter keluaran yang dianalisis adalah total data rate.

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1 Model Sistem

Perancangan model sistem diilustrasikan pada gambar 1.1. desain sistem berdasarkan pada single cell scene dari OFDMA. Sel tersebut berisi 1 base station yang mempunyai sejumlah resource yang nantinya akan digunakan oleh UE. Proses simulasi dimulai dengan pembuatan model sistem dimodelkan dengan skenario penyebaran user secara random pada sel yang ukuran diameternya 500 m dengan jumlah pasangan D2D User Equipment (DUE) sebanyak 25 dan Cellular User Equipment (CUE) sebanyak 75. Sistem bekerja dengan cara Base Station (BS) mengalokasikan RB kepada CUE yang tersebar secara acak. Satu RB dialokasikan hanya untuk satu CUE. Pada saat pasangan DUE melakukan komunikasi, maka CUE akan membagikan RB yang diberikan oleh BS kepada pasangan D2D. Pada Gambar 1 CUE 2 mentransmisikan sinyal ke base station menggunakan RB yang telah diberikan oleh BS. Pada saat bersamaan, pasangan DUE 3 dan 4 melakukan proses komunikasi dengan menggunakan RB yang sama dengan yang digunakan oleh CUE 2. Karena menggunakan RB yang sama dengan CUE 2, maka DUE 3 menginterferensi BS dan CUE 2 menginterferensi D2D 4 dengan sinyal interferensi yang disimbolkan dengan garis putus-putus berwarna merah. Sedangkan CUE 2 tidak terjadi interferensi karena tidak terdapat pasangan DUE yang menggunakan RB CUE 2.



Gambar 1.1 Model sistem *single cell*

2.2 Formulasi Masalah

Objektif masalah pada jurnal ini adalah pengalokasian RB yang dimiliki oleh CUE kepada pasangan DUE. Pengalokasian RB dilakukan untuk mendapatkan total data rate sistem yang maksimal dengan mempertimbangkan nilai interferensi. Jumlah CUE dinotasikan bisa dengan $CUE = c = 1,2,3,4\dots$, CUE dan jumlah pasangan D2D dinotasikan dengan $DUE = d = 1,2, 3, DUE$. Formulasi masalah pada total data rate dapat dinotasikan dengan persamaan berikut

$$R_{sys} = \sum_{c=1}^{CUE} RC_c + \sum_{c=1}^{CUE} \sum_{d=1}^{DUE} x_{c,d} RDUE_d \tag{2.1}$$

Dalam model sistem yang digunakan, BS mengalami interferensi yang disebabkan oleh DUE Tx dan DUE Rx mengalami interferensi yang disebabkan oleh CUE. Nilai SINR yang diterima BS dapat dihitung dengan persamaan

$$SINR_{c,d}^{BS} = \frac{P_{CUE} \times G_{c,BS}}{(\sum_{d=1}^{DUE} x_{c,d} P_{DUE} \times G_{Tx_d,BS}) + N} \tag{2.2}$$

$$SINR_{c,d}^{DRx} = \frac{P_{DUE} \times G_{Tx_d,Rxd}}{(\sum_{c=1}^{CUE} x_{c,d} P_{CUE} \times G_{c,Rx_d}) + N} \tag{2.3}$$

Berdasarkan hasil pada persamaan (2.2) dan (2.3), maka data rate dapat dihitung dengan persamaan

$$RCUE_c = B_{RB} \log_2(1 + SINR_{c,d}^{BS}) \tag{2.4}$$

$$RDUE_d = B_{RB} \log_2(1 + SINR_{c,d}^{DRx}) \tag{2.5}$$

2.3 Algoritma Greedy Berbasis Heuristik

Sebuah permasalahan yang kompleks harus didefinisikan menjadi permasalahan yang lebih sederhana. Namun disisi lain, pemecahan permasalahan kompleks menjadi sederhana tentunya memerlukan waktu. Semakin tinggi kompleksitas, semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyederhanakan masalah tersebut. Dengan metode heuristik, permasalahan dengan kompleksitas tinggi dapat diselesaikan dengan waktu yang relatif sedikit, karena metode ini memiliki kepraktisan dalam pengimplementasiannya [4].

Algoritma greedy heuristik tidak berbeda jauh dengan algoritma greedy biasa, dengan metode heuristik memungkinkan pengalokasian maksimal pada resource block sehingga semua resource block akan terpakai dan memungkinkan user mendapatkan lebih dari satu resource block.

Proses algoritma greedy berbasis heuristik dijelaskan pada langkah-langkah dibawah ini.

1. Alokasikan semua user menggunakan algoritma greedy pada umumnya.
2. Jika masih tersisa RB, pengalokasian akan dilakukan kembali dari user urutan pertama berdasarkan waktu kedatangan sampai RB yang telah tersedia habis.
3. Alokasi akan berhenti jika semua RB telah digunakan.

Untuk pseudo-code pada algoritma greedy berbasis heuristik dapat dilihat dibawah ini.

$N = [25, 30, 35, 40, \dots, 75]$
 $j = \text{number of data stored}$

```

for k=1:j
    p=N[k]
    n=1

    if all RB are allocated

        else if all user are allocated
            i=i+1
            n=n+1
            n=n mod p

        else
            i=i+1
            n=n+1
  
```

2.4 Algoritma Mean Greedy Berbasis Heuristic

Algoritma selanjutnya adalah algoritma mean greedy heuristik. Algoritma ini sama halnya dengan algoritma greedy yang menggunakan metode heuristik, perbedaannya terletak pada pengguna yang memiliki nilai mean terkecil yang lebih dulu dialokasikan. Proses algoritma mean greedy berbasis heuristik dijelaskan pada langkah langkah dibawah ini.

1. Alokasikan semua user menggunakan algoritma mean greedy pada umumnya.
2. Jika masih tersisa RB, pengalokasian akan dilakukan kembali dari user urutan pertama berdasarkan urutan nilai rata-rata CSI terkecil sampai RB yang telah tersedia habis.
3. Alokasi akan berhenti jika semua RB telah digunakan.

Untuk pseudo-code pada algoritma mean greedy berbasis heuristik dapat dilihat dibawah ini.

Initialize: $\{n\}$ is user, $\{i\}$ is resource block, $\{p\}$ is user upper limit

```

For i=1:n
    Hitung rata-rata data rate user i
End for

For i=1:n-1
    For j=1:n-i
        If  $a(j) < a(j+1)$  then interchange  $a(j)$  and  $a(j+1)$ 
        End if
    End for
End for
  
```

2.6 Proses Simulasi

Proses pertama pada simulasi ini adalah pembangkitan CSI dimana nilai CSI direpresentasikan dalam bentuk *data rate*, kemudian dilakukan alokasi RB menggunakan masing masing algoritma.

Pada algoritma yang menggunakan metode heuristik, semua RB akan digunakan oleh semua *user*, sehingga ada beberapa user yang mendapatkan lebih dari satu RB, sedangkan untuk algoritma yang tidak menggunakan metode heuristik ini, ada beberapa RB yang tidak digunakan oleh user karena semua user telah mendapatkan satu RB. Parameter yang digunakan untuk menganalisis kinerja dari setiap algoritma adalah total data rate.

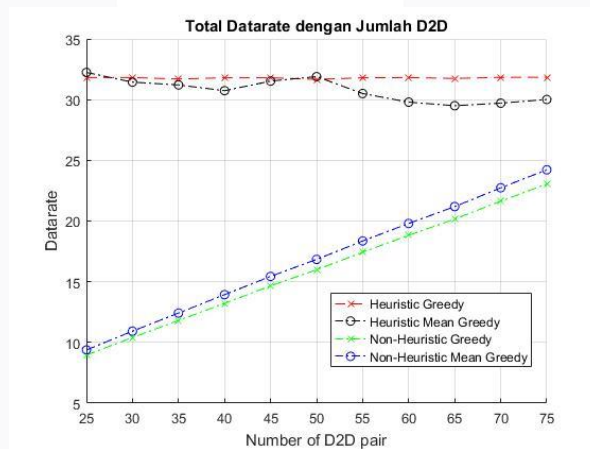
Table 2.1 Parameter simulasi

Parameter	Nilai
Bandwidth kanal	180 kHz
Jumlah RB per TTI	100 RB
Jumlah TTI per pengamatan	1000 TTI
Jari-jari sel	250 meter
Layout sel	Single sel OFDMA
Frekuensi carrier	1800 Mhz
Daya Noise	-174 dBm
Power transmit	21 dBm
Jumlah user CU	75 user
Jumlah user D2D	25-75 user dengan kenaikan 5

2.7 Analisis Hasil Simulasi

2.7.1 Total data rate

Parameter pertama yang dianalisis pada simulasi ini adalah total data rate. Total data rate digunakan untuk melihat kinerja algoritma dalam melakukan alokasi resource block. Gambar 2.1 dan Tabel 2.1 menunjukkan perbandingan antara algoritma heuristik greedy dan algoritma heuristik mean greedy.



Gambar 2.1 Perbandingan Total Data rate

Table 2.2 Total Data rate

Total Datarate				
Jumlah User	Greedy H	Greedy	M Greedy H	M Greedy
25	31.81952908	8.962600509	32.23879958	9.382460815
30	31.8165425	10.40590962	31.43984788	10.92982469
35	31.69892098	11.8127758	31.20935141	12.41995596
40	31.79859927	13.22147578	30.73520035	13.9355912
45	31.80042552	14.66436013	31.52416689	15.44023103
50	31.67009744	15.98925524	31.89800819	16.84182894
55	31.79736052	17.43260623	30.49998708	18.35844308
60	31.81785557	18.82676107	29.79173367	19.79978119
65	31.74520253	20.16186215	29.49753034	21.18980505
70	31.83360885	21.64201494	29.708959	22.7373208
75	31.83883137	23.04496656	30.00973059	24.21888492
Rata-rata	31.78517942	16.01496255	30.77757409	16.84128433
Selisih	15.77021687		13.93628975	

Pada gambar tersebut dapat dilihat algoritma yang menggunakan metode heuristic nilainya cenderung stabil untuk algoritma greedy maupun mean greedy. Hal ini disebabkan karena metode heuristic membolehkan user memiliki lebih dari satu RB. Sedangkan untuk algoritma yang tidak menggunakan metode heuristic, nilai pada total data rate terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah user ini dikarenakan metode non heuristic pemilihan RB dipengaruhi oleh jumlah user, sehingga setiap user hanya boleh menggunakan satu RB.

Pada tabel Tabel 2.2 menunjukkan bahwa selisih antara total data rate dari algoritma greedy yang menggunakan metode heuristic dan tidak menggunakan metode heuristic adalah 15.77 Kbps atau mengalami kenaikan sebesar 98,47%. Sedangkan untuk algoritma mean greedy adalah 13.936 Kbps atau mengalami kenaikan sebesar 82,75%. Maka dapat disimpulkan total data rate yang menggunakan metode heuristic lebih stabil dan nilainya lebih besar dari yang tidak menggunakan metode heuristic.

2.8 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat ditarik, yaitu penggunaan algoritma berbasis heuristic pada total data rate membuat nilai relatif stabil untuk algoritma greedy maupun mean greedy. Sedangkan untuk non heuristic, nilai pada total data rate mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya user. Selisih rata rata untuk algoritma greedy heuristic dengan greedy sebesar 15,77 Kbps atau mengalami kenaikan sebesar 98,47% untuk metode heuristic dan mean greedy heuristic dengan mean greedy sebesar 13,936 Kbps atau mengalami kenaikan sebesar 82,75%. Hal ini membuktikan metode heuristic mempunyai nilai total data rate yang lebih baik dibandingkan non heuristic.

Daftar Pustaka :

- [1] D. Camps-Mur, A. Garcia-Saavedra, and P. Serrano, "Device-to-device communications with wi-fi direct: overview and experimentation," *IEEE wireless communications*, vol. 20, no. 3, pp. 96–104, 2013.

- [2] S. Najeh, H. Besbes, and A. Bouallegue, "Greedy algorithm for dynamic resource allocation in downlink of ofdma system," in 2005 2nd International Symposium on Wireless Communication Systems. IEEE, 2005, pp. 475–479.
- [3] O. Nwamadi, X. Zhu, and A. K. Nandi, "Dynamic physical resource block allocation algorithms for uplink long term evolution," IET communications, vol. 5, no. 7, pp. 1020–1027, 2011.
- [4] I. C. Wong, O. Oteri, and W. McCoy, "Optimal resource allocation in uplink sc-fdma systems," IEEE Transactions on Wireless communications, vol. 8, no. 5, pp. 2161–2165, 2009.

