

ANALISIS PERFORMANSI KOMUNIKASI DEVICE TO DEVICE (D2D) MENGUNAKAN ALGORITMA JOINT GREEDY DAN ALGORITMA AUCTION

Kurniawan Harun, Didit Agung Prasetyo, Asma Amaliah
Program Studi Teknik Informatika Universitas Fajar

Abstrak

Dalam Komunikasi D2D *underlying*, komunikasi antara pasangan D2D dan *cellular user* mengakibatkan adanya interferensi yang disebabkan oleh penggunaan *resource block* secara bersamaan. Dalam berbagai macam sumber literatur, algoritma yang populer digunakan peneliti untuk mengatasi masalah interferensi dan menaikkan nilai performansi adalah algoritma *Joint greedy* dan *Auction*. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat simulasi komunikasi D2D dengan *software* Matlab menggunakan algoritma *Joint Greedy* dan algoritma *Auction* untuk menentukan algoritma mana yang lebih efektif dari sisi performansi yaitu *data rate*, *energy efficiency*, dan *spectral efficiency*. Simulasi dilakukan menggunakan variasi D2D sebanyak 20,25,30,...,50 dan jumlah *cellular user* tetap sebanyak 50 *user*. Komunikasi yang terjadi pada simulasi bersifat *uplink* pada skema *underlying* LTE. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan menunjukkan algoritma *auction* memiliki nilai rata-rata semua parameter performansi yang paling tinggi dibandingkan dengan algoritma *joint greedy*. Nilai rata-rata *data rate* yang diperoleh *auction* adalah $1,9745 \times 10^8$ bps atau 197,45 Mbps. Sedangkan, rata-rata *data rate* yang diperoleh oleh *joint greedy* bernilai $1,8766 \times 10^8$ bps atau 187,66 Mbps. Nilai *energy efficiency* dan *spectral efficiency* dari algoritma *auction* masing-masing bernilai $4,6352 \times 10^6$ bps/watt dan 21,9396 bps/Hz. Sementara itu nilai *energy efficiency* dan *spectral efficiency* dari algoritma *joint greedy* masing-masing bernilai $4,4129 \times 10^6$ bps/watt dan 20,8512 bps/Hz.

Kata Kunci : *Device to device, D2D, Resource block allocation, algoritma jointgreedy, algoritma Auction, data rate, energy efficiency, spectral efficiency*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi seluler di Indonesia telah memasuki era 4G LTE pada pita frekuensi 1800 MHz di kuartal pertama tahun 2015 berdasarkan keterangan dari Menteri Komunikasi dan Informatika, Rudiantara [1]. Ditambah dengan berkembangnya *Internet-of-Things* (IOT), menyebabkan *user equipment* (UE) dengan berbagai jenis layanan akan memberikan beban trafik pada *Base Station* (BS). Untuk menyikapi masalah tersebut, diperlukan suatu teknologi baru untuk menangani persyaratan permintaan yang meningkat pada layanan jaringan nirkabel dan permintaan kecepatan data. Teknologi tersebut adalah komunikasi *device to device* atau komunikasi D2D. Teknologi D2D dapat mengurangi beban kinerja dari evolved Node B (eNB) [2]. Tetapi, komunikasi antara pasangan D2D

dan *cellular user* (CU) mengakibatkan adanya interferensi yang disebabkan oleh penggunaan yang bersamaan pada *resource block* yang ada. Hal tersebut dapat mempengaruhi *Quality of Service* (QoS) dalam komunikasi D2D. Untuk mengatasi masalah tersebut, kita dapat menggunakan metode alokasi *resource (resource block)* dengan menggunakan algoritma.

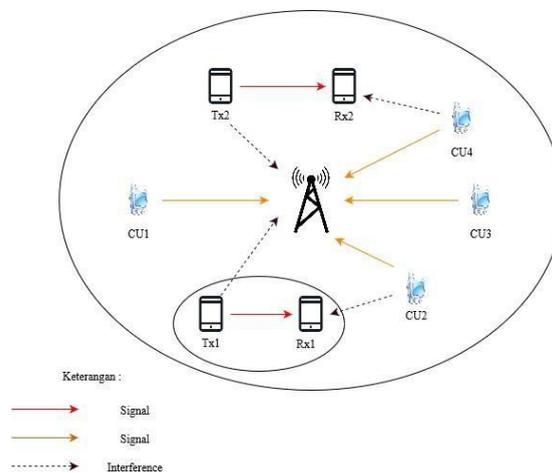
Terdapat banyak penelitian yang membahas tentang komunikasi D2D yang menggunakan algoritma sebagai solusi untuk mengurangi interferensi dan menaikkan nilai performansi. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari dan menentukan algoritma yang lebih efektif dari sisi performansi yaitu *data rate*, *energy efficiency*, *spectral efficiency* dan nilai interferensi agar dapat meningkatkan QoS.

komunikasi *device-to-device* (D2D) merupakan komunikasi langsung antar dua atau lebih perangkat komunikasi. Pada jaringan komunikasi konvensional komunikasi seluler pada umumnya bekerja melalui BS meskipun user yang sedang melakukan komunikasi berada dalam jarak yang dekat untuk melakukan komunikasi D2D [3]. spektrum seluler pada komunikasi antara seluler dan komunikasi D2D atau dapat di sebut

dengan sistem komunikasi *underlay inband* D2D [4]. Komunikasi D2D *Underlying* dapat mengurangi beban trafik yang dirasakan oleh eNodeB dan dapat meningkatkan data rate sistem. Dengan D2D *underlying*. [5].

2. METODE

2.1 Sistem model



Gambar 1 Perbandingan hasil nilai *data rate*

Sistem pemodelan komunikasi D2D pada penelitian ini adalah menggunakan sel tunggal yang *bandwidth resource block* bernilai 180 KHz dan frekuensi carrier yang digunakan adalah 1,8 GHz. Sejumlah CUE dan pasangan D2D dibangkitkan pada satu sel secara random dan pada ketentuan jarak masing-masing. CUE memiliki ketentuan radius 500 m sesuai dengan radius sel. Pasangan D2D memiliki ketentuan radius 100 m. Dalam sistem sel ini, eNB memberikan *resource block* kepada CUE dan diasumsikan sudah mengetahui CSI yang diperlukan. Pasangan D2D yang tersedia menggunakan *resource* yang sama dengan CUE serta penggunaan frekuensi yang sama dengan CUE. Peranan algoritma terjadi saat, penggunaan bersama antara pasangan D2D dan CUE terjadi. Algoritma yang digunakan untuk memilih *link* mana yang terdapat interferensi paling rendah menghasilkan *data rate* yang optimal. Komunikasi yang terjadi pada pekerjaan ini bersifat *uplink* dan *underlying* LTE.

Cara penyelesaian masalah *resource allocation* dengan pemilihan *mode(q)* [6]. *Mode(q)* adalah variabel alokasi bernilai 0 atau 1 yang sesuai dengan pemancar. Dimana $q=0$ menunjukkan *mode cellular user* dan $q=1$ menunjukkan mode komunikasi D2D. Pemilihan *mode(q)* berguna untuk kandidat D2D dan mengalokasikan *resource block* untuk CUE dan kandidat D2D.

Tugas *resource allocation* sebagai pemecahan masalah optimasi berbasis sel. Penulis ingin memaksimalkan total efisiensi spektral dengan asumsi daya pancar tetap untuk setiap

user dan gangguan *thermal* untuk setiap *link*. Asumsikan sistem seluler dengan N CUE dan setiap kandidat Tx D2D memiliki N dan M set, sehingga $L = N + M$ adalah total jumlah *user*. Perumusan masalah *resource allocation*, penulis memberi asumsi bahwa setiap Tx hanya bekerja pada satu *resource block* CUE. sehingga didapatkan penugasan *user* sebagai berikut.

$$\sum_i x_{i,j}(q = 0) \leq 1, \forall j$$

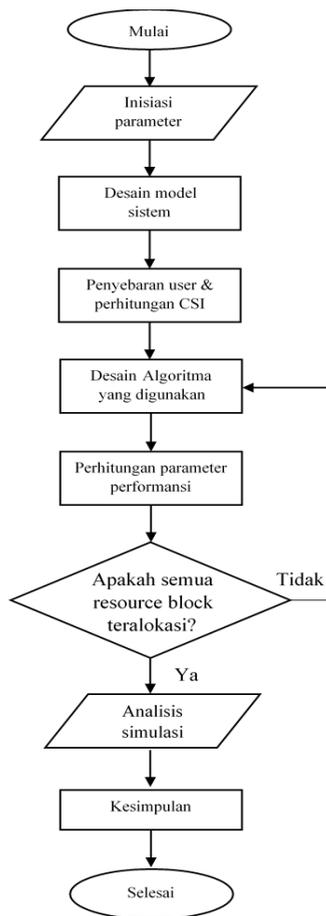
$$\sum_j x_{i,j} = 1, \forall i$$

$$x_{i,j}(q = 1) + x_{i,j}(q = 0) \leq 1, \forall j, \forall l$$

$$x_{i,j}(q) \in (0, 1)$$

Persamaan menjelaskan bahwa setiap *resource block* dialokasikan untuk user dalam mode seluler. Bahwa setiap user harus mendapatkan satu alokasi *resource block* dan memastikan bahwa setiap user hanya diberikan satu dari dua mode yang mungkin terjadi

2.2 Diagram Alir Simulasi dan Parameter simulasi



Gambar 2 Diagram alir simulasi

Berdasarkan diagram alir di atas langkah pertama yang dilakukan adalah inisialisasi parameter yang tersedia pada table 1. Sistem model yang digunakan pada pekerjaan ini menggunakan jenis interferensi *intermodulasi* antara *carrier*. Pada tahap selanjutnya dilakukan penyebaran *user* secara *random*, hasil dari penyebaran *user* tersebut menghasilkan jarak antara satu *user* dengan *user* yang lain. kemudian menghitung SINR pada sisi eNB dan pada sisi D2D. Hasil SINR yang sudah didapatkan menjadi pengganti nilai interferensi terkecil yang didapatkan pada setiap perhitungan algoritma yang digunakan. Menentukan desain algoritma yang digunakan. Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan metode joint greedy dengan mencari nilai interferensi yang lebih kecil lalu diletakan pada matriks *dummy* yang telah disediakan. Dilakukan pemilihan interferensi terendah dari matriks *dummy* yang telah dicari sebelumnya. Pemilihan interferensi yang minimum terus berlangsung sampai matriks yang digunakan selesai teralokasi semua. Untuk baris matriks yang sudah teralokasi tidak dapat dipergunakan kembali. Pada penelitian ini, penulis mengasumsikan konsep auction dengan melakukan prosedur penawaran dengan masing-masing agen (D2D transmitter) menawar untuk resource (Resource blocks). ENB berfungsi sebagai pelelang yang memberikan resource ke penawar tertinggi.

Parameter simulasi dapat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel 1 Parameter simulasi

Parameter	Nilai
Jumlah CUE	50
Jumlah D2D pair	20,25,.....,50
Radius sel	500 m
Radius antar D2D Tx Rx	100 m
Frequency carrier	1.8 GHz
Bandwidth resource block	180 KHz
Power transmitter CUE	27 dbm
Power transmitter D2D	27 dbm
Std	8 db
Pathloss	UMi NLOS

2.2 Perhitungan SINR, Pathloss, data rate, spectral efficiency, energy efficiency

-Signal to Interference Noise Ratio atau SINR merupakan rasio perbandingan antara daya terima pada sisi *user* terhadap *noise interferensi* yang terjadi. Semakin tinggi nilai SINR semakin baik juga daya terima. Persamaan SINR dapat dilihat di bawah ini. [7]

$$SINR = \frac{S}{I+N}$$

Dimana S adalah rata-rata kuat sinyal yang diterima. I adalah *power* rata-rata interferensi yang dirasakan. N adalah *power noise* yang diterima.

-Pathloss yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Urban Micro System* (UMi Scenario). UMi merupakan salah satu *pathloss modelling* yang diperkenalkan oleh *the 3rd Generation Partnership Project* (3GPP) [8]. Rumus *pathloss* UMi dapat dilihat pada persamaan di bawah ini . [9]

$$PL = 36.7 \log_{10}(d) + 22.7 \log_{10}(fc)$$

-Data rate merupakan salah satu paramater penting dalam menentukan hasil dari parameter performansi yang lainnya, yaitu *spectral efficiency* dan *energy efficiency* karena kedua parameter tersebut membutuhkan nilai *data rate* untuk mendapatkan hasilnya. *Data rate* adalah banyaknya data yang dikirimkan dalam satuan bit per detik (bps). *Data rate* dapat dinyatakan dalam persamaan di bawah ini. [10]

$$Rk = \sum BW \log_2 \left(1 + \frac{SINR_c}{\Gamma} \right)$$

$$Total \ data \ rate = \sum \ data \ rate_c + \ data \ rate_d$$

-Menurut [11]. *spectral efficiency* atau SE merupakan banyaknya data yang dapat diukur dalam bit per *sample*. Semakin besar nilai *spectral efficiency* maka semakin banyak data yang dikirim dalam satuan detik dan *bandwidth frekuensi* semakin banyak. SE memiliki satuan bps/Hz. *Spectral efficiency* dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

$$SE = \frac{\text{Totaldata rate}}{BW \times N}$$

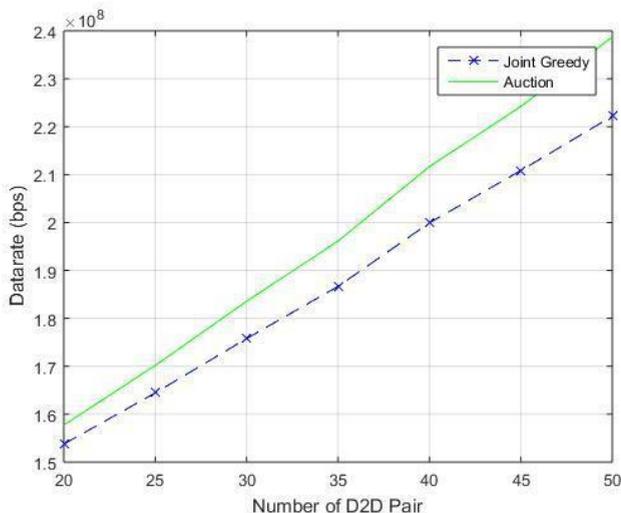
Berdasarkan persamaan tersebut, BW adalah *bandwidth resource allocation* dan N adalah jumlah CU.

-Semakin tinggi *energy efficiency* semakin tinggi juga banyaknya data yang dapat dikirim dalam satu watt. Pemanfaatan dari *energy efficiency* adalah dapat menghemat daya jika hasil *energy efficiency optimum*. *Energy efficiency* memiliki satuan bps/watt. Dengan persamaan:

$$EE = \frac{\text{Totaldata rate}}{\text{Daya total}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHSAN

Simulasi dilakukan dengan membuat variasi pasangan D2D sebanyak 50 pasang. Mulai dari 20 sampai 50 dengan kenaikan 5 pasang D2D (20, 25, 30,35, 40, 45, 50). Jumlah CUE tetap berada pada 50 user dan *resource blok* sama dengan jumlah CUE yaitu 50. Setiap CUE diasumsikan telah menempati resource block. Parameter yang diamati yaitu *data rate*, *spectral efficiency*, *energy efficiency*, dan *energy efficiency*. Power transmitt eNB dan D2D sebesar 27 dbm atau 0.5 watt.

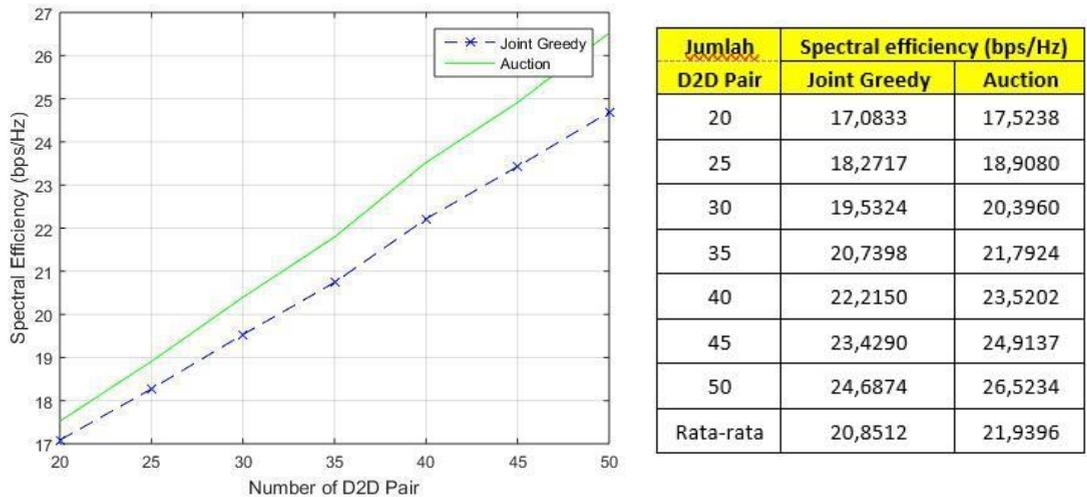


Jumlah D2D Pair	Data Rate (bps)	
	Joint Greedy	Auction
20	1,5375x10 ⁸	1,5771x10 ⁸
25	1,6444x10 ⁸	1,7017x10 ⁸
30	1,7579x10 ⁸	1,8356x10 ⁸
35	1,8666x10 ⁸	1,9613x10 ⁸
40	1,9993x10 ⁸	2,1168x10 ⁸
45	2,1086x10 ⁸	2,2422x10 ⁸
50	2,2219x10 ⁸	2,3871x10 ⁸
Rata-rata	1,8766x10 ⁸	1,974543x10 ⁸

Gambar 3 Perbandingan hasil nilai *data rate*

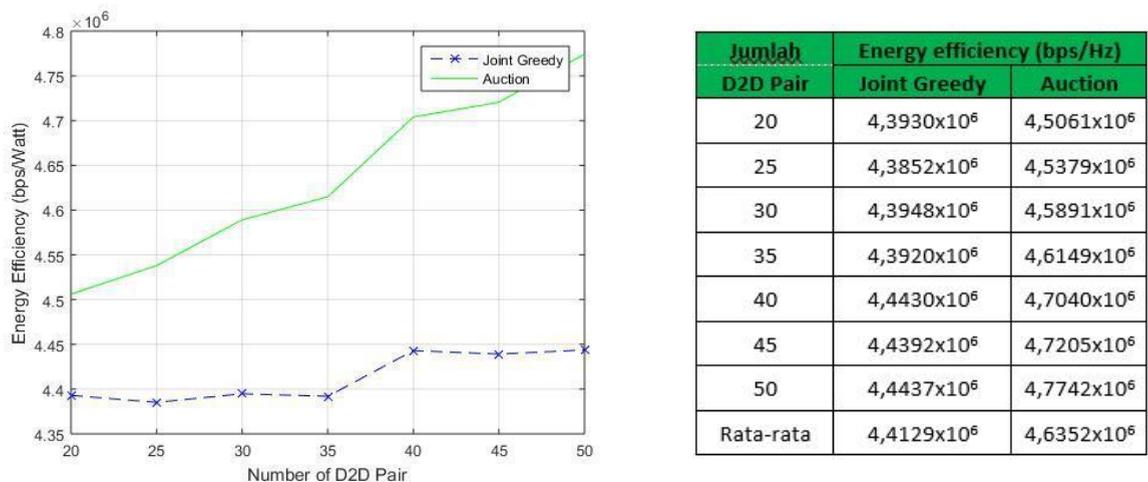
Terlihat pada gambar 3 menunjukkan metode dari auction lebih unggul dari sisi data rate. Nilai rata-rata *data rate* algoritma *auction* sebesar 1,974543x10⁸ bps dan algoritma *joint greedy* memiliki nilai rata-rata *data rate* 1,8766x10⁸ bps. Hal ini di sebabkan karena *auction* mengasumsikan D2D sebagai penawar dan mengatur setiap pasangan D2D untuk melakukan penawaran tertinggi untuk *resource blok* dengan harga

maksimal dari nilai benefit – nilai interferensi. Sedangkan algoritma *joint greedy* hanya mencari nilai minum interferensi dari pasangan D2D dan CUE. Terdapat hal lain yang mempengaruhi hasil di atas. Diantaranya terdapat unsur *random* pada pekerjaan ini. Penyebaran *user* secara *random* menyebabkan nilai dari interferensi menjadi bervariasi.



Gambar 4 Hasil perbandingan hasil nilai *spectral efficiency*

Hasil yang diperoleh masih menunjukkan bahwa *auction* memiliki *spectral efficiency* yang lebih tinggi dengan nilai rata-rata *spectral efficiency* adalah 21.9396 bps/Hz. Total *data rate* menjadi salah satu bagian perhitungan dalam menghitung *spectral efficiency*. Total *data rate* dibagi dengan jumlah cellular user yang dikali dengan *bandwidth resource block*. Diketahui bahwa total *datarate* yang dimiliki oleh *auction* adalah total *datarate* yang paling tinggi sehingga *diperoleh spectral efficiency* yang paling tinggi. Setiap *spectral efficiency* memiliki satuan bps/Hz, yang artinya dapat mengirimkan berapa banyak data bps dalam satu Hz.



Gambar 5 Grafik perbandingan hasil nilai *energy efficiency*

Algoritma *Auction* masih tetap memiliki nilai tertinggi dibandingkan algoritma *joint greedy*. Hal tersebut terjadi karena masih ada pengaruh dari nilai total *data rate* yang telah diukur sebelumnya. *Auction* mendapatkan rata-rata *energy efficiency* sebesar 4.6352×10^6 bps/watt dan *joint greedy* mendapat nilai rata-rata sebesar 4.4129×10^6 bps/watt. Setiap *energy efficiency* memiliki satuan bps/watt. Semakin besar nilai *energy efficiency* semakin besar data yang terkirim dalam satu watt sehingga dapat menghemat penggunaan daya.

Sehingga dapat disimpulkan untuk mendapatkan nilai optimal dari *data rate*, *spectral efficiency*, dan *energy efficiency* dengan variasi D2D sebanyak 20,25,30,...,50 (kenaikan 5 pasang) dan jumlah CUE tetap sebanyak 50 *user* algoritma yang lebih efisien untuk digunakan adalah algoritma *Auction*. Jumlah resource blok pada penelitian ini sama dengan jumlah CUE yaitu 50.

4. KESIMPULAN

Hasil simulasi yang telah dilakukan menunjukkan algoritma *auction* memiliki nilai rata-rata semua parameter performansi yang paling tinggi dibandingkan dengan algoritma *joint greedy*. Maka dapat disimpulkan, untuk mendapatkan nilai optimal dari *data rate*, *spectral efficiency*, dan *energy efficiency* dengan skema variasi D2D sebanyak 20,25,30,...,50 dan jumlah CUE tetap sebanyak 50 *user* algoritma yang lebih efisien untuk digunakan adalah algoritma *Auction*. Nilai rata-rata *data rate* yang diperoleh *auction* adalah $1,9745 \times 10^8$ bps atau 197,45 Mbps. Sementara itu, rata-rata *data rate* yang diperoleh oleh *joint greedy* bernilai $1,8766 \times 10^8$ bps atau 187,66 Mbps. Nilai total *data rate* yang diperoleh akan menjadi nilai input pada penghitungan *energy efficiency* dan *spectral efficiency*. Nilai *energy efficiency* dan *spectral efficiency* dari algoritma *auction* masing-masing bernilai $4,6352 \times 10^6$ bps/watt dan 21,9396 bps/Hz. Sementara itu nilai *energy efficiency* dan *spectral efficiency* dari algoritma *joint greedy* masing-masing bernilai $4,4129 \times 10^6$ bps/watt dan 20,8512 bps/Hz.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zaki, F. W., Kishk, S., & Almofari, N. H. (2017, March). Distributed resource allocation for D2D communication networks using auction. In 2017 34th National Radio Science Conference (NRSC) (pp. 284-293). IEEE.
- [2] Fahmi, A., Ramadhan, & M. Y., Sigit, V. (2019). Radio Resource Allocation For Device to Device Network Using Auction Algorithm. Jurnal TIARSIE, 16(2), 53-58.
- [3] Asadi, A., & Mancuso, V. (2013). *WiFi Direct and LTE D2D in action*. IFIP Wireless Days (WD) (pp. 1-8). IEEE.

- [4] Asadi, A., Wang, Q., & Mancuso, V. (2014). *A survey on device-to-device communication in cellular networks*. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(4), 1801-1819.
- [5] Sakti, B. S. K., Fahmi, A., & Prabowo, V. S. W. (2019). Analisis Performansi Alokasi Sumber Daya Radio Berbasis Algoritma Greedy pada Sistem Komunikasi D2d *Underlaying*. In *Prosiding-Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung* (pp. 260-268).
- [6] Pradini, A. (2013). Power control and resource allocation for device-to-device communications in cellular networks.
- [7] Muthaqien A., Fahmi A., & Andini N. (2018). *Optimasi Resource Allocation Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) Pada Sistem Long Term Evolution (LTE) Arah Uplink Optimization of Particle Swarm Otimization (PSO) Algorithm Based Resource Allocation in Long Term Evolution (LTE , vol. 5, no. 3, pp. 51735179).*
- [8] Mondal B., Thomas T. A., Visotsky E., Vook F. W., & Ghosh A. (2015). Multiantenna techniques capable of exploiting the elevation dimension are anticipated to be an, no. March, pp. 1623.
- [9] Hussain F., Hassan Y., Hossen S., & Choudhury S. (2017). *An Optimal Resource Allocation Algorithm for D2D Communication Underlaying Cellular Networks*, pp. 867872.
- [10] Yin, R., Yu, G., Zhong, C., & Zhang, Z. (2013). *Distributed resource allocation for D2D communication underlaying cellular networks*. *IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC)* (pp. 138-143). IEEE.
- [11] Hoydis, J., Björnson, E., & Sanguinetti, L. (2017). *Massive MIMO networks: Spectral, energy, and hardware efficiency*. *Foundations and Trends in Signal Processing*, 11(3-4), 154-655.