ALGORITMA ALOKASI SUMBER DAYA BERBASIS MINIMUM INTERFERENSI MENGGUNAKAN METODE DUA-HOP PADA KOMUNIKASI D2D

MINIMUM INTERFERENCE BASED RESORCE ALLOCATION METHOD FOR TWO-HOP D2D COMMUNICATIONS

Wildan Maulani[1], Arfianto Fahmi[2], Vinsensius Sigit[3]

[1,2,3]Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1] wildanmaulanni@student.telkomuniversity.ac.id, [2] arfiantof@telkomuniversity.ac.id, [3] vinsensigitwp@gmail.com

Abstrak

Laju perkembangan teknologi sat ini sangat cepat, sehingga berdampak pada teknologi seluler yang berkembang mengikuti kebutuhan konsumen dari sisi kecepatan data, kapasitas data bahkan layanan jaringan. Saat ini perkembangan teknologi seluler sudah pada era generasi ke-4 (4G) dan sudah mulai berkembang ke jaringan seluler generasi ke-5 (5G). Salah satu contoh penerapan teknologi komunikasi pada jaringan 5G di masa yang akan datang adalah Device to Device (D2D). Dengan menerapkan teknologi D2D, arsitekturnya akan menggunakan jaringan multi-tier heterogen yang terdiri dari komunikasi sel kecil, relay dan D2D. Tugas akhir ini akan menggunakan algoritma alokasi sumber daya berbasis minimum interferensi dengan metode dua-hop di komunikasi D2D pada jaringan seluler 5G. Dalam skema ini, awalnya, BS menghitung interferensi atas setiap sumber daya di sisi relay dan tujuan. Sekali, BS menghitung interferensi, kemudian mengalokasikan blok sumber daya itu yang menciptakan lebih sedikit gangguan dibandingkan dengan sumber daya lain. Dalam hal alokasi sumber daya, BS memberikan prioritas yang tinggi ke blok sumber daya yang mengalami lebih sedikit gangguan. Dengan menggunakan metode tersebut akan meningkatkan SINR dan memaksimalkan *throughtput* sehingga kapabilitas saluran downlink menjadi lebih baik.

Kata kunci: Interferensi, Alokasi sumber daya, Relay, Komunikasi D2D, pengguna seluler

Abstract

Technology is to grow to follow consumer needs in terms of data speed, data capacity and even network services. At present the development of cellular technology is in the 4th generation (4G) era and has begun to develop into 5th generation cellular networks (5G). One example of the application of communication technology on 5G networks in the future is Device to Device (D2D). By implementing D2D technology, the architecture will use heterogeneous multi-tiered networks consisting of small cell, relay and D2D communications. To reduce interference, this final project will use a minimum interference-based resource allocation algorithm with the two-hop method in D2D communication on 5G cellular networks. In this scheme, initially, the BS calculates interference with each resource on the relay side and destination. Once, the BS calculates interference, then allocates that resource block which creates less interference compared to other resources. In terms of resource allocation, BS gives high priority to resource blocks that experience fewer disruptions. Using this method will increase SINR and maximize throughput so that the downlink channel capabilities get better

Keywords: *Interference, Resource allocation, Relay, D2D Communication, cellular users*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi setiap waktu semakin meningkat, salah satunya yaitu smartphone. Menurut data Kementerian Perindustrian (Kemenperin) mencatat, saat ini terdapat 24 perusahaan manufaktur komponen produk ponsel dan tablet di dalam negeri. Sementara itu, berdasarkan laporan e-Marketer, pengguna aktif smartphone di Indonesia akan tumbuh dari 55 juta orang pada tahun 2015 menjadi 100 juta orang tahun 2018 [1] . Hal ini menyebabkan kebutuhan akan layanan data semakin membesar, baik dari sisi kecepatan laju data, kapasitas data, dan layanan yang diberikan. Layanan Telekomunikasi berbasis seluler akan menjadi yang solusi yang baik untuk kebutuhan para pengguna layanan data.

Banyaknya penggunaan layan berbasis seluler trafik data mobile akan menyebabkan kepadatan di sisi Base Station (BS). 5G akan mendukung teknologi Device to Device (D2D) ini sehingga dapat mengurangi beban di BS. D2D ini memungkinkan User Equipment (UE) berkomunikasi secara langsung tanpa melewati BS atau bisa disebut juga envolved Node B (eNB) [2, 3]. Yang perlu diperhatikan pada D2D adalah koneksi tidak boleh mengganggu atau menimbulkan interferensi terhadap pengguna jaringan seluler lainya. Untuk mengurangi terjadinya interferensi dari komunikasi D2D, BS harus mengontrol daya transmisi maksimum.

Pada komunikasi D2D mengambil keuntungan dari kedekatan pengunaan kembali resource blok, sehingga dapat menyediakan komunikasi yang handal, dan meningkatkan efisiensi spektral serta throughput dengan interferensi yang terkelola di sekitar area BS [4-6]. Selama berkomunikasi perangkat yang berada di lingkungan yang berbeda, mereka masih dapat berkomunikasi dengan bantuan perangkat lain (relay). Metode tersebut dikenal sebagai Multihop [7, 8]. Dalam komunikasi 5G, keuntungan yang didapat dari relay sangat penting karena saling berdampingan sehingga meningkatkan acces link untuk mendukung peningkatan permintaan traffic di sel tertentu [9]. Untuk kedepannya, metode Two-Hop dengan relay mampu meningkatkan throughput, selain itu juga akan meningkatkan cakupan area

jaringan seluler [7, 8].

2. Dasar Teori

A. Teknologi 5G

Teknologi 5G saat ini masih dalam tahap penelitian, pada tahun 2020 di perkirakan teknologi ini mulai di terapkan. Sudah banyak industri Telekomunikasi di dunia memulai persiapan untuk menyongsong era 5G. Indonesia, yang saat ini baru saja memasuki era teknologi 4G, perlu melakukan analisis terhadap kesiapan teknologi dan infrastruktur, serta regulasi untuk mempersiapkan masuknya era 5G. 5G menawarkan berbagai keunggulan dibandingkan dengan teknologi sebelumnya, walaupun sejumlah kendala juga masih muncul [11].

Salah satu teknologi yang masuk dalam kriteria untuk dapat diterapkan pada 5G dan yang di gunakan pada penelitian ini :

- Device to Device (D2D)

Device to Device (D2D) menggunakan koneksi lokal sehingga memiliki kapasitas yang besar . Yang perlu diperhatikan pada Device to Device adalah koneksi D2D tidak boleh mengganggu atau menimbulkan interferensi terhadap jaringan seluler. Untuk mencegah terjadinya interferensi dari komunikasi D2D, base station harus mengontrol daya transmisi maksimum. Pada gambar 2.1 terlihat bahwa antara device D2D berkomunikasi secara langsung sedangkan base station (BS) mengendalikan daya transmisi maksimum, untuk mencegah terjadinya interferensi terhadap user lain yang menggunakan koneksi jaringan seluler [11].

B. Jenis – Jenis Komunikasi Pada D2D

D2D memiliki beberapa skema komunikasi, di antaranya yaitu:

- Peer-to-peer D2D

Peer-to-peer D2D merupakan salah satu jenis komunikasi D2D yang dilakukan secara langsung antara pengguna D2D. Skema komunikasi peer-to-peer hanya melibatkan antara pengguna D2D itu sendiri tanpa melibatkan perangkat pembantu seperti eNB. Kelebihan dari skema komunikasi peer-to-peer yakni dapat digunakan antara dua pengguna dalam keadaan darurat seperti saat berada di wilayah yang tidak memiliki struktur jaringan eNB. Akan tetapi skema ini bergantung pada jarak cakupan antara kedua pengguna [11].

- Multi-Hop D2D

Komunikasi multi-hop D2D merupakan komunikasi D2D yang memanfaatkan pengguna D2D lain sebagai relay dalam melakukan proses transmisi data. Komunikasi multi-hop ini memiliki cara kerja yang sama seperti MANET (Mobile Ad-hoc Network). Pada komunikasi multi-hop ini terdapat proses complex data superposition dan data routing seperti halnya pada MANET [11]. Multi-hop dapat diartikan juga sebagai suatu komunikasi yang memiliki beberapa jalur (link) melalui intermediate node yang dapat digunakan untuk mentransmisikan data dari sumber ke tujuan.

C. Pathloss dan Gain

Model saluran yang digunakan untuk penelitian ini pathloss dan gain saluran antara eNB dan pengguna seluler maupun D2D ditentukan menggunakan rumus berikut. [14]

$$L_{dB}(d) = 36{,}7 log_{10}(d) + 22{,}7 + 26\, log_{10}(f_c) \quad (1)$$

Dengan d adalah jarak antara eNB dan celluler user meter (m), f_c adalah frekuensi carrier (GHz).

Sementara gain antara pasangan D2D ditentukan menggunakan rumus berikut [14]

$$h_{d,d'} = K_{d,d'} d_{d,d'}^{-\alpha} \quad (2)$$

Dengan $K_{d,d'}$konstanta normalisasi yang dipilih tergantung pada lingkungan propagasi radio, $d_{d,d'}$ adalah jarak antara pasangan D2D, dan α adalah eksponen pathloss [14].

D. *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR)

Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR) adalah jumlah yang digunakan untuk memberikan batas atas teoritis pada kapasitas saluran / tingkat transfer informasi dalam sistem komunikasi nirkabel seperti jaringan. Mirip dengan SNR yang sering digunakan dalam sistem komunikasi kabel, SINR didefinisikan sebagai kekuatan sinyal tertentu yang dibagi dengan jumlah kekuatan interferensi (dari semua sinyal terima lainnya) dan kekuatan beberapa kebisingan (noise) [6].

SINR dan penghitungan data rate SINR dari pengguna seluler dan D2D harus dihitung dan dianggap sebagai parameter penting untuk memaksimalkan data rate sistem. SINR pengguna seluler u_ı dapat diberikan oleh [13]

$$\gamma_{ul} = \frac{P_l\, h_{ul,l}}{I_{ul} + N_o} \quad (3)$$

$$No = k * T * BW\ per\ subcarrier \quad (4)$$

Dengan P_l adalah daya transmisi pada celluler user, N_o adalah noise termal, dan I_ul adalah interferensi yang diterima oleh pengguna seluler u_l dalam model dari kelompok pasangan D2D dengan pengguna seluler u_l. I_(u_l)

dapat diberikan oleh persamaan [13]

$$I_{ul} = \sum_{u_d \in D_{u_l}} P_d h_{d,u_l} \tag{5}$$

E. *Data Rate*

Dengan u_d adalah pengguna D2D, dan D_{u_l} adalah sekelompok pasangan D2D yang berbagi *resource* dengan pengguna seluler u_l. *Data rate* dari pengguna seluler u_l yang diberikan oleh persamaan Shannon sebagai [14]

$$R_{ul} = B_{RB}\, log_2 \left(1 + \frac{P_l h_{ul,l}}{\sum_{u_d \in D_{u_l}} P_d h_{d,u_l} + N_o}\right) \tag{6}$$

Dengan cara yang sama, *data rate* pengguna D2D u_d yang sama dengan pengguna seluler u_l diberikan oleh [14]

$$R_{u_d} = B_{RB}\, log_2 \left(1 + \frac{P_d h_{d,d'}}{P_l h_{l,d} + \sum_{u_{d'} \in D_{u_l - d}} P_d h_{d,d'} + N_o}\right) \tag{7}$$

Dengan $P_l h_{l,d}$ mewakili daya interferensi dari eNB dan istilah $\sum_{u_{d'} \in D_{u_l - d}} P_d\, h_{d,d'}$ adalah interferensi dari pasangan D2D lainnya pada *resource block* yang sama dengan pengguna D2D u_d. Diasumsikan bahwa, ada serangkaian *resource block* Ń = {1, 2, 3, ... N} dengan setiap *resource block* ditugaskan untuk satu pengguna seluler. *Data rate* yang dicapai oleh n_{th} *resource block* diberikan oleh [14]

$$R_n = R_{u_l} + \sum_{u_d \in D_{u_l}} R_{u_d} \tag{8}$$

dan *data rate* sistem *uplink* sama dengan

$$R_l = \sum_{n=1}^{N} \left(R_{u_l} + \sum_{u_d \in D_{u_l}} R_{u_d} \right) \tag{9}$$

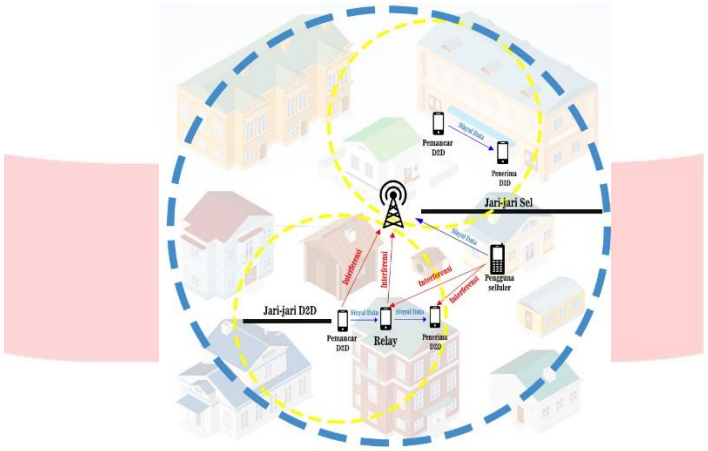
F. Algoritma *Minimum Interference*

Algoritma minimum interference adalah algoritma yang mengalokasikan resource blok dari interferensi total terkecil. Ketika pemancar D2D menggunakan kembali sebuah RB dengan pengguna seluler yang dekat dengan penerima D2D, komunikasi D2D mungkin akan mengalami gangguan kuat dari pengguna selular. Ketika pengguna selular berbagi RB dengan pemancar D2D yang dekat dengan stasiun, pemancar D2D menghasilkan interferensi yang kuat di saluran seluler. Untuk menghindari gangguan interferensi yang parah, algoritma alokasi *minimum interference* menggunakan lebih channel gain untuk memperkirakan gangguan. Gangguan diperkirakan terdiri dari gangguan yang diterima pada penerima D2D dan gangguan yang dihasilkan oleh pemancar D2D. Saluran D2D akan ditugaskan mencari gangguan paling minimal agar dapat terhubung dan berkomunikasi.

Algoritma (2): Alokasi Menggunakan *Minimum Interference*.

```
Alokasi resource untuk pengguna seluler dengan skema legacy
for Setiap pemancar D2D d do
  if RB j orthogonal tersedia then
    if Saluran gain D2D tinggi then
      Pemancar D2D d transmit ke D2D pada RB j
    else
      Pemancar D2D d transmit ke pengguna seluler pada RB j
    end
  else
    for Setiap RB j tersedia do
      Asumsikan pemancar D2D bekerja pada RB j
      Ij = I generated interference + I received interference
    end
    Pemancar D2D d mentransmisikan ke RB j dengan Ij = min Ij
  end
end
```

G. Desain Sistem

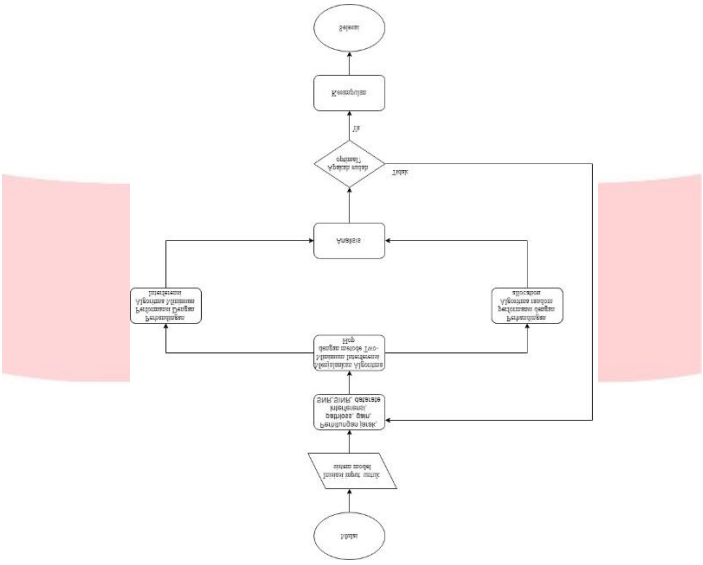


Gambar 1 Sistem Model

Dalam penelitian ini, satu sel berisi pengguna seluler dan pasangan D2D yang disebar secara acak, yang akan di jadikan pertimbangkan untuk menyelidiki efek interferensi yang disebabkan dari pengguna D2D ke pengguna seluler. Jika jarak D2D penerima melebihi asumsi jarak maksimal maka sinyal akan ditransmisikan dengan bantuan relay. Evolve Node-B (eNB) terletak di pusat sel dengan radius 500 meter. Pemancar seluler dan D2D didistribusikan secara acak di area sel. Penerima D2D didistribusikan di sekitar pemancar D2D dalam jarak kurang dari 40 meter.jika melebihi batas jarak yaitu 5 meter dr D2D pengirim maka saat proses trans misi sinyal akan di bantu reali. Diasumsikan bahwa resource block eNB sudah ditetapkan untuk pengguna seluler dan pengguna D2D berbagi resource block yang sama dengan pengguna seluler. Hal ini terpusat pada efek interferensi yang diperkenalkan dari tingkat lapisan bawah (underlay) pada pengguna seluler. Gambar 1menjelaskan sistem model dengan hubungan interferensi dari pemancar D2D ke eNB yang mengganggu gain saluran pengguna seluler saat mentransmisikan sinyal ke eNB.Kemudian interferensi dari pengguna seluler , ke penerima D2D yang mengganggu gain saluran antara pasangan D2D .

H. Diagram Alir Perancangan Sistem

Gambar 2 menunjukan diagram alir dari sistem model yang akan digunakan. Inputan pada sistem model satu sel menggunakan radius sel sebesar 500 m, frekuensi carrier sebesar 1,8 GHz, dan bandwidth RB sebesar 180 KHz [7]. Jumlah pengguna seluler dan D2D distribusi secara acak, serta rilay akan di gunakan saat D2D pemancar dan D2D penerima melebihi batas jarak yang diasumsikan. Setelah input diperoleh, maka dilanjutkan ke perhitungan jarak dengan satuan meter (antara eNB dan pengguna seluler, eNB dan pengguna D2D, pengguna seluler dan pengguna D2D), pathloss, gain, interferensi, SINR, dan data rate. Setelah mendapatkan nilai-nilai tersebut, maka akan menjadi input untuk algoritma alokasi minimum interference dengan metode Two hop. Setelah menjalankan algoritma tersebut, maka akan mendapatkan hasil sebuah matriks yang telah dialokasi dengan parameter performansi adalah sumrate, data rate, fairness, dan efisiensi energi, lalu matriks tersebut akan dibandingkan dengan hasil alokasi dari algoritma random allocation dan minimum interference. Setelah mendapatkan hasil performansi dari algortima masing-masing, maka akan dianalisis dan menarik kesimpulan untuk menyimpulkan algoritma mana yang lebih optimal atau tidak untuk diterapkan dalam komunikasi D2D.



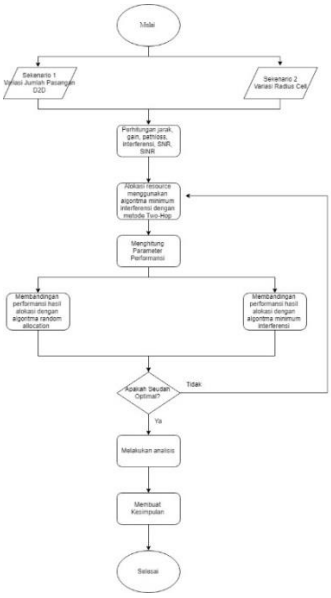
Gambar 2 Diagram Alir Alokasi *Resource* D2D

Pada desain sistem ini eNB terletak di pusat sel *celluler user* dan pemancar D2D didistribusikan secara acak di sekitarnya. Untuk penerima D2D didistribusikan di sekitar pemancar D2D dengan jarak maksimum 35 meter. Saluran dicirikan oleh model saluran dalam Gambar 3.1. Untuk parameter sistem tercantum pada Tabel 3.1 yaitu sebagai berikut [10].

Tabel 1 Parameter Sistem .

Parameter	Nilai
Radius pemancar D2D	40 m
Frekuensi carrier	1,8 GHz
Bandwidth resource block	180 KHz
Daya transmit pada seluler	0,1 watt
Daya transmit pada Enb	1 watt
Daya transmit pada D2D	0,1 watt
Smale Scale Fading	Rayliegh Random

I. Skenario Sistem



Gambar 3 Diagram alur skenario sistem.

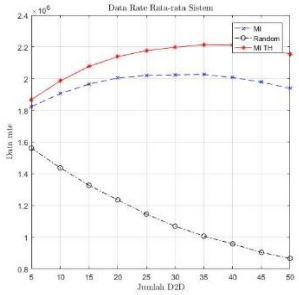
Pada sistem yang akan di gunakan terdapat 2 skenario yang akan diujikan. Yaitu sebagai berikut.

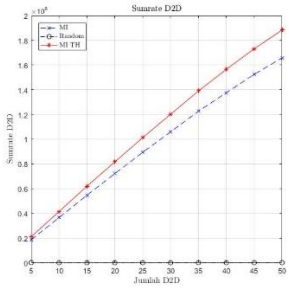
1. Skenario pertama adalah saat jumlah pasangan D2D divariasikan dari 5 – 50perangkat pasangan dengan kenaikan 5 sehingga jumlahnya sama dengan jumlah celluler user yaitu 50 perangkat. Sementara jarak radius sel sebesar 500 m dan jarak maksimal antar pasangan D2D sebesar 40 m

2. Skenario kedua adalah saat jarak radius sel divariasikan dari 300 – 700 m dengan nilai jarak antar pasangan D2D, jumlah celluler user, dan jumlah pasangan D2D adalah 50.

3. Hasil

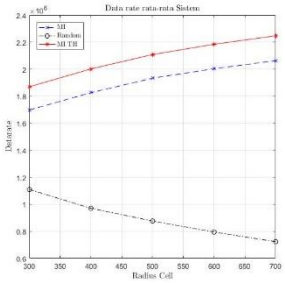
Hasil dari Sekenario pertama;

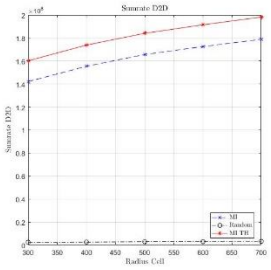




Gambar 4 *Datarate sistem* sekenario1 *Gambar 5 sumrate D2D* sekenario1

Hasil dari sekenario 2:





Gambar 6 *Datarate sistem* sekenario2 *Gambar 7 sumrate D2D* sekenario 2

Terlihat pada performansi sumrate, dan data rate pada skenario pertambahan jumlah D2D maupun radius sel, menunjukan algoritma minimum interference dengan metode two-hop konsisten lebih unggul dibandingkan dengan algoritma minimum interference, dan random allocation. Hal tersebut disebabkan karena minimum interference dengan metode two-hop mengalokasikan resource dengan melihat interferensi total terkecil yang disebabkan oleh interferensi dari D2D (D2D pengirim atau Relay) terhadap eNB dan interferensi dari seluler terhadap pengguna penerima D2D. Peran relai sebagai device pembantu saat mentransmisikan sinyal disini membuat jarak antara D2D menjadi lebih pendek sehingga akan meningkatkan besar data ratesaat mentransmisikan sinyal. Maka algoritma minimum interference dengan metode two hop dapat mengalokasikan dengan interferensi terkecil dan data rate yang lebih besar. Jika interferensi yang diterima kecil, maka nilai sumrate sistem akan besar.

4. Kesimpulan

Dari hasil simulasi didapat beberapa kesimpulan yaitu:

- Pada penelitian ini algoritma minimum interference dengan metode two-hop dapat mengoptimalkan dan menunjukkan keuntungan dari segi sistem model dan algoritmanya. Hal tersebut dapat meningkatkan data rate system maupun di D2D. Skema ini mengalokasikan blok sumber daya berdasarkan interferensi. Hasil dari simulasi ini menunjukan algoritma minimum interference dengan metode two-hop lebih baik dibandingkan algoritma pembandingnya, baik saat peningkatan jumlah D2D serta radius sel yabg luas.

.

Daftar Pustaka:

[1] Novalius.F , "Indonesia Pengguna Smartphone Ke-4 Dunia, Begini Tekad Menperin Dongkrak Industri Telematika,"*OKEZONE*, 17 Feb 2018. Available: https://economy.okezone.com. [Diakses 7 Okt 2018, 19:20:59 WIB].

[2] C. Xu, *et al.*, "Efficiency resource allocation for deviceto-device underlay communication systems: a reverse iterative combinatorial auction based approach," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 31, pp. 348-358, 2013.

[3] 3GPP, "Views for the LTE-Advanced requirements," Nokia Siemens Networks 2011

[4] A. Asadi, *et al.*, "A survey on device-to-device communication in cellular networks," *Communications Surveys & Tutorials, IEEE*, vol. 16, pp. 1801-1819, 2014.

[5] A. Asadi and V. Mancuso, "A survey on opportunistic scheduling in wireless communications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 15, pp. 1671-1688, 2013.

[6] J. Liu and N. Kato, "Device-to-device communication overlaying two-hop multi-channel uplink cellular networks," in *Proceedings of the 16th ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing*, 2015, pp. 307-316.

[7] Y.-D. Lin and Y.-C. Hsu, "Multihop cellular: A new architecture for wireless communications," in *INFOCOM 2000. Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*, 2000, pp. 1273-1282.

[8] Y. Li, *et al.*, "A dynamic graph optimization framework for multihop device-to-device communication underlaying cellular networks," *Wireless Communications, IEEE*, vol. 21, pp. 52-61, 2014.

[9] D. Lee, *et al.*, "Performance of multihop decode-andforward relaying assisted device-to-device communication underlaying cellular networks," in *Information Theory and its Applications (ISITA), 2012 International Symposium on*, 2012, pp. 455-459.

[10] P. K. Mishra, A. Kumar, and S. Pandey, "Minimum interference based resource allocation method in two-hop D2D communication for 5G cellular networks," *Proc. Int. Conf. Intell. Sustain. Syst. ICISS 2017*, no. Iciss, pp. 1191–1196, 2018.

[11] J. K. Seluler, "MANAJEMEN INTERFERENSI DENGAN MENGGUNAKAN POWER CONTROL UNTUK KOMUNIKASI DEVICE-TO- DEVICE (D2D) DALAM JARINGAN KOMUNIASI SELULER," 2017

[12] Marco Belleschi, Gábor Fodor, Demia Della Penda, Aidilla Pradini, Mikael Johansson, and Andrea Abrardo, "Benchmarking Practical RRM Algorithms For D2D Communications in LTE Advanced," Wireless Personal Communications, pages 1–28, 2013.

[13] Z. Shen, J. G. Andrews dan B. L. Evans, "Adaptive *Resource Allocation* in Multipengguna OFDM System with Proportional *Fairness*," IEEE Transactions on Wireless Communication, vol. 4, no. 6, pages 2726-2737, 2005.

[14] F. W. Zaki, S. Kishk, and N. H. Almofa, "Distributed *Resource Allocation* for D2D Communication Networks using *Auction*," IEEE 34th National Radio Science Conference, Egypt, pages 284-293, 2017.

[15] F. S. Awangga, "Kajian Awal 5G Indonesia," Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika, Indonesia, halaman 97-114, 2015.

[16] Prabowo, V. S., Fahmi, A., Adriansyah, N. M., & Andini, N. (2019). Energy efficient resources allocations for wireless communication systems. *TELKOMNIKA, Vol.17*, 1624-1635.