

Pengaruh Penambahan Jumlah User dan Jarak pada Komunikasi D2D Unicast dengan SimuLTE

Rifki*, Yusnita Rahayu**, Antonio Viridis***

*Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Riau **Dosen Teknik Elektro Universitas Riau

*** Postdoctoral Researcher in the Department of Information Engineering, University of Pisa

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: rifki.rif@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The increased number of users and distance of communication, it caused the network quality decreased in the Device-To-Device (D2D) communication system. In this paper, simulation on D2D unicast by using SimuLTE software is presented. This is in order to evaluate the effect of the number of users and the distance to the quality of D2D network in terms of Channel Quality Indicator (CQI) and Throughput Media Access Control (MAC) on downlink and uplink condition. From the simulation results, the distance which is greater than 50 meters resulted in the decrease of Channel Quality Indicator (CQI). However, Throughput Media Access Control (MAC) on downlink is better than the uplink condition. The increased number of users reduces the MAC throughput in both uplink and downlink conditions. Thus, as a conclusion, the quality of the D2D network has better performance in short distance rather than long distance with a few number of users.

Keyword : D2D Communication, SimuLTE, CQI, Throughput MAC

I PENDAHULUAN

Implementasi komunikasi D2D unicast yang mendukung layanan baru untuk berbagai skenario, seperti aplikasi jaringan kendaraan, *Internet Of Things* (IOT) atau *Machine-To-Machine* (M2M), dipertimbangkan dapat mengurangi kepadatan pada jaringan seluler. Komunikasi D2D yang memungkinkan UE berdekatan saling berkomunikasi secara langsung dengan atau tanpa menggunakan *evolved Node B* (eNB) sebagai relay (Viridis dkk, 2016).

Komunikasi D2D memberikan beberapa keuntungan berupa biaya rendah, meningkatkan *throughput* jaringan, *fleksibilitas*, penggunaan *bandwidth* dan daya baterai lebih efisien. Namun, jarak yang jauh dan besarnya jumlah *user* dapat menyebabkan penurunan kualitas jaringan transmisi pada sistem komunikasi D2D. Mensimulasikan komunikasi D2D dengan *software* untuk menguji kehandalan jaringan D2D menjadi cara yang efisien dan efektif. SimuLTE yang berdasarkan

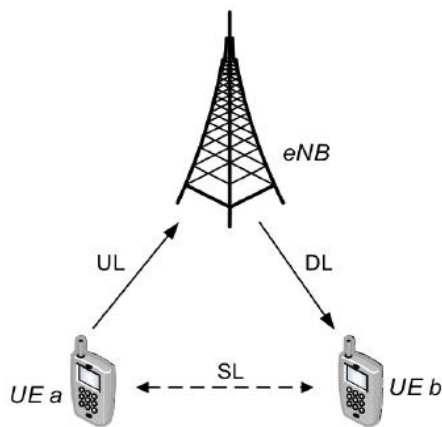
pada kerangka simulasi OMNeT ++ yang dirancang dengan tujuan untuk mendukung simulasi jaringan dalam skala besar. SimuLTE memungkinkan simulasi LTE / LTE-A pada mode *Frequency Division Duplexing* (FDD), dengan eNBs heterogen (makro, mikro, pico dll), menggunakan antena *omnidirectional* dan *anisotropic*, yang mungkin berkomunikasi melalui *interface X2*. model saluran sebenarnya, mendukung MAC dan penjadwalan sumber daya di kedua arah. Hal ini juga memungkinkan *embeds* untuk mensimulasikan komunikasi D2D (Viridis dkk, 2016).

Pada penelitian ini akan menganalisa pengaruh jarak dan jumlah *user* pada komunikasi D2D unicast dengan simulator SimuLTE, komunikasi D2D berlangsung pada sel yang sama dengan besar daya transmisi yang tetap. Fokus utama adalah mengevaluasi nilai *throughput* MAC dan CQI dari hasil simulasi.

II LANDASAN TEORI

II.1 Komunikasi D2D

Komunikasi D2D merupakan paradigma komunikasi yang memungkinkan UE berdekatan saling berkomunikasi secara langsung dengan atau tanpa menggunakan eNB sebagai relay. Berdasarkan pita frekuensi spektrum komunikasi D2D dibedakan menjadi dua jenis yaitu *In-band* dan *Out-band* (Virdis dkk, 2016).



Gambar 1. Komunikasi *Device-To-Device* (D2D).
(Virdis dkk, 2016)

Berdasarkan pada Gambar 1 komunikasi D2D *in-band* yang menggunakan jaringan seluler konvensional, proses transmisi data baik dalam *downlink* (DL) atau *uplink* (UL) semua disajikan eNB, sedangkan D2D *out-band* memungkinkan UE terdekat untuk bertukar data secara langsung dengan menggunakan jalur *sidelink* (SL), menghindari jalur *two-hop* melalui eNB (Virdis dkk, 2016). Komunikasi D2D *out-band* lebih efektif dibandingkan dengan D2D *in-band*, karena dapat menghilangkan pengaruh eNB sebagai *relay*, pada penelitian ini akan disimulasikan komunikasi D2D *out-band*.

II.2 Komunikasi D2D *out-band*

Komunikasi D2D *out-band* memanfaatkan pita frekuensi *Industrial Scientific Medical* (ISM) yang tidak berlisensi untuk operasinya, mirip dengan

pita operasi teknologi *Wireless LAN* (WLAN) dan *Bluetooth* (Safdar dkk, 2016), UETx dapat mengirim paket ke UERx tanpa harus melewati jalur *two-hop* melalui eNB, sebagai gantinya, eNB dapat menggunakan satu atau lebih RB untuk transmisi dan menginstruksikan UERx menggunakan RB yang sama untuk penerimaan. UERx harus dilengkapi dengan penerima *Single-Carrier Frequency Division Multiplexing* (SC-FDMA). *Link* D2D menggunakan SL, agar dapat membedakan antara UL dan DL. Pada *frequency-division duplexing*, SL terbentuk dari sumber frekuensi UL pada tingkat interferensi yang rendah (Virdis dkk, 2016).

II.3 *Channel Quality Indicator* (CQI)

CQI merupakan indikator yang membawa informasi tentang kualitas saluran komunikasi yang dilaporkan secara berkala oleh terminal ke eNB untuk membuat keputusan mengenai alokasi sumber daya berdasarkan informasi CQI terminal Besar nilai *Signal to Interference plus Noise Ratio* (SINR) dapat mempengaruhi CQI yang dilaporkan (Turcanu dkk, 2016).

Tabel 1. Tabel Tanggapan *Modulation order and Coding Scheme* (MCS).
(Ibrahim, 2014)

CQI Index	Modulation Order	Code Rate x 1024	β	SINR threshold (dB)
0	Tidak Ada Pengiriman			
1	QPSK	78	1.00	-9.478
2	QPSK	120	1.40	-6.658
3	QPSK	193	1.40	-4.098
4	QPSK	308	1.48	-1.798
5	QPSK	449	1.50	0.399
6	QPSK	602	1.62	2.424
7	16QAM	378	3.10	4.489
8	16QAM	490	4.32	6.367
9	16QAM	616	5.37	8.456
10	64QAM	466	7.71	10.266
11	64QAM	567	15.5	12.218
12	64QAM	666	19.6	14.122
13	64QAM	772	24.7	15.849
14	64QAM	873	27.6	17.786
15	64QAM	948	28.0	19.809

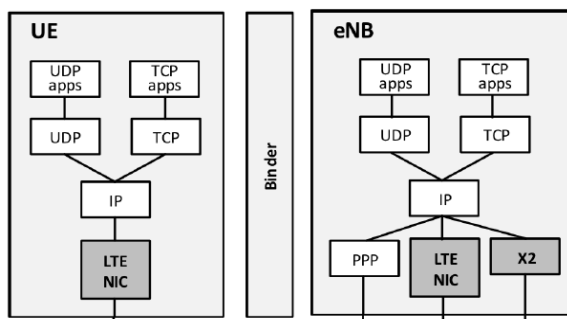
Tabel 1 menunjukkan nilai CQI Index yang telah ditetapkan oleh 3GPP, semakin tinggi nilai CQI semakin tinggi level modulasi yang digunakan jaringan komunikasi, β adalah faktor kalibrasi yang tergantung pada MCS (Ibrahim, 2014). Berdasarkan pada penelitian sebelumnya (Basril dkk, 2016) (Ariyani, 2016), kualitas sinyal yang baik adalah pada nilai SINR 10-20 dB yang menyebabkan kualitas komunikasi D2D berada pada nilai CQI diatas 10.

II.4 Throughput

Throughput adalah kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya *throughput* dikaitkan dengan *bandwidth*. Karena *throughput* memang bisa disebut dengan *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya. Sementara *throughput* sifatnya adalah dinamis tergantung trafik yang sedang terjadi (Abror dkk, 2011).

II.5 SimuLTE

SimuLTE merupakan simulator yang didasari pada kerangka kerja OMNeT++ dan INET, sebuah keunikan dari SimuLTE adalah penerapan *Network Interface Card* (NIC) modul pada kerangka INET yang dapat dengan mudah diintegrasikan dalam setiap modul OMNeT++ lainnya, sehingga membantu memberikan *node* dengan konektivitas LTE.



Gambar 2. Arsitektur SimuLTE.
(Virdis dkk, 2016)

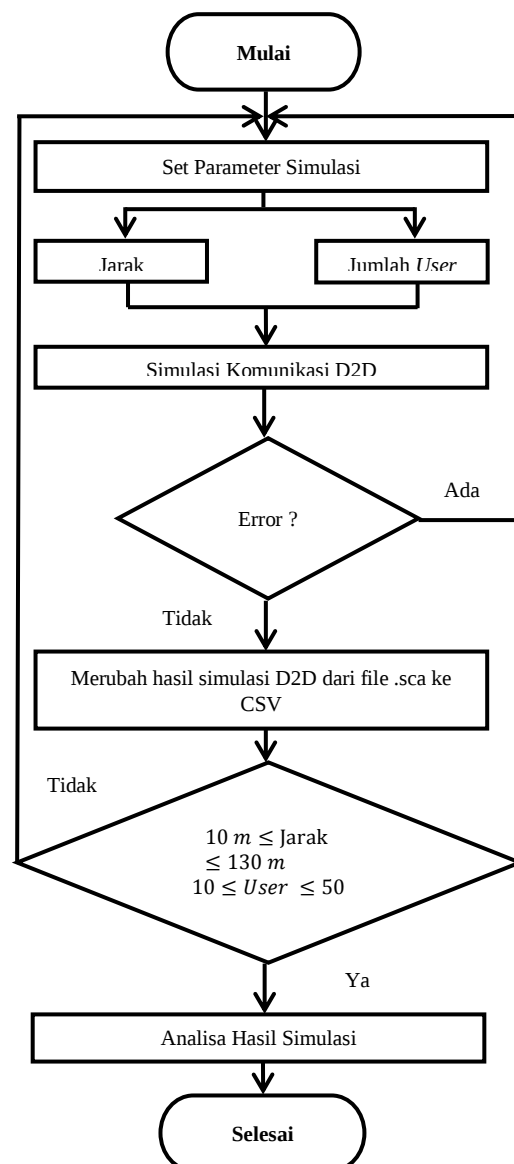
SimuLTE menyediakan model untuk UE dan eNB. Seperti ditunjukkan

pada Gambar 2, kedua *node* tersebut mengandung LTE NIC, bersamaan dengan modul yang menerapkan protokol lapisan atas, yang diambil dari INET. Selain itu, eNB memiliki *interface* ke Internet via Point-to-Point Protocol (PPP) dan juga dapat terhubung ke eNB lain menggunakan *interface* X2 (Virdis dkk, 2016).

III. METODE PENELITIAN

III.1 Diagram Alir Simulasi

Diagram alir simulasi terdiri dari tahapan-tahapan yang bertujuan untuk membantu dalam proses pengerjaan skripsi. Gambar 3 menggambarkan diagram alir dalam proses pengerjaan simulasi.



Gambar 3. Diagram Alir Simulasi.

III.2 Menentukan Parameter Simulasi

Adapun tahapan awal dari simulasi adalah menentukan parameter utama yang digunakan. Tabel 2 memperlihatkan parameter yang digunakan pada simulasi komunikasi D2D.

Tabel 2. Parameter Simulasi.

Parameter	Nilai
Bandwidth	15 MHz
Waktu Simulasi	50 s
Jarak	≤ 130 m
Jumlah User	≤ 50
Path Loss Model	ITU Urban Micro
Model Fading	Jakes
Frekuensi Carrier	2 GHz
Noise figure	5 dB
Cable loss	2 dB

III.3 Skenario Simulasi

Simulasi pada penelitian ini memiliki 2 skenario untuk mengevaluasi nilai *throughput* dan CQI pada komunikasi D2D *unicast*. Skenario pertama digunakan untuk melihat pengaruh jarak terhadap komunikasi D2D, dimana setiap UE yang berkomunikasi saling bergerak menjauh satu sama lain dengan jarak maksimal simulasi 130 m. Sedangkan skenario kedua melihat pengaruh jumlah *user* pada komunikasi D2D, dimana setiap kali simulasi jumlah UE yang berkomunikasi akan selalu bertambah sebanyak 5 pasang dengan jumlah maksimal 25 pasang.

III.4 Simulasi Komunikasi D2D Unicast

Simulasi komunikasi D2D *unicast* memungkinkan satu UETx berkomunikasi dengan satu UERx menggunakan eNB/SL yang sama untuk melihat pengaruh jarak dan jumlah *user*, dengan setiap UE diasumsikan bergerak saling menjauhi satu sama lain dengan jarak maksimal simulasi 130 m dan penambahan jumlah *user* untuk setiap kali simulasi sebanyak 5 pasang UE hingga mencapai 25 pasang UE yang berkomunikasi dengan jarak tetap. Gambar 4 merupakan tampilan dari simulasi komunikasi D2D *unicast* dengan sepasang UE dan eNB pada simulator SimuLTE.

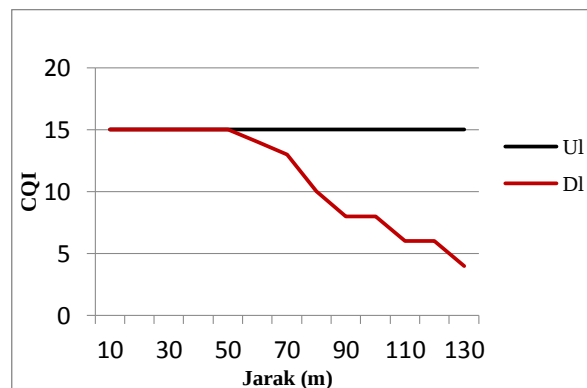


Gambar 4. Simulasi Komunikasi D2D Unicast dengan Sepasang UE dan eNB.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

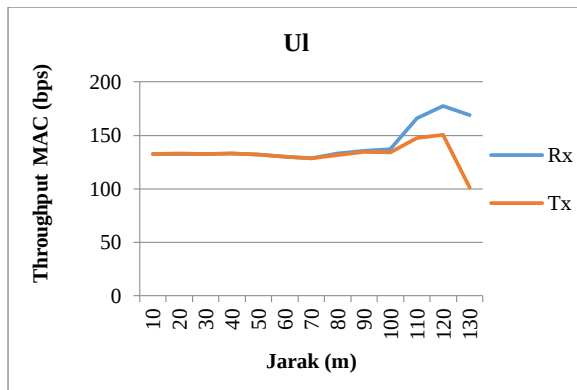
IV.1 Analisa Pengaruh Jarak Komunikasi D2D Unicast

Perubahan jarak dilakukan pada setiap kali simulasi dengan besar penambahan jarak 5 m untuk setiap UE. Nilai CQI dan *throughput* MAC dibedakan berdasarkan kondisi *uplink* dan *downlink* untuk setiap UE Rx dan Tx.

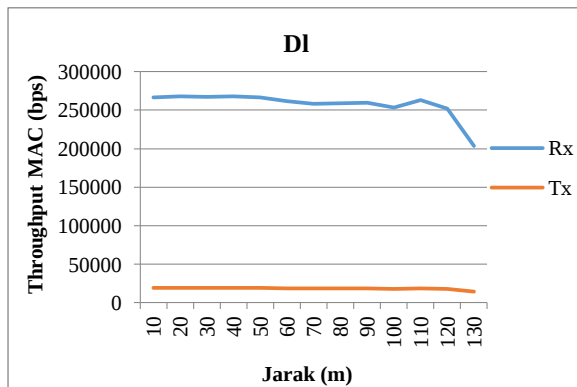


Gambar 5. Nilai CQI UE Rx dan Tx.

Berdasarkan gambar 5 Nilai CQI pada kondisi *downlink* semakin kecil dari jarak 50 m dengan CQI 15 menjadi 14 pada jarak 60 m dan terus mengalami penurunan setiap penambahan jarak simulasi sejauh 10 m hingga CQI 4 pada jarak 130 m, nilai CQI pada kondisi *uplink* konstan dengan nilai 15 sampai jarak 130 m. CQI pada UE Rx dan Tx memiliki nilai yang sama untuk setiap simulasi. Jarak komunikasi berbanding terbalik dengan CQI. Semakin kecil nilai CQI memperkecil nilai SINR yang menyebabkan kualitas komunikasi semakin buruk.



(a)



(b)

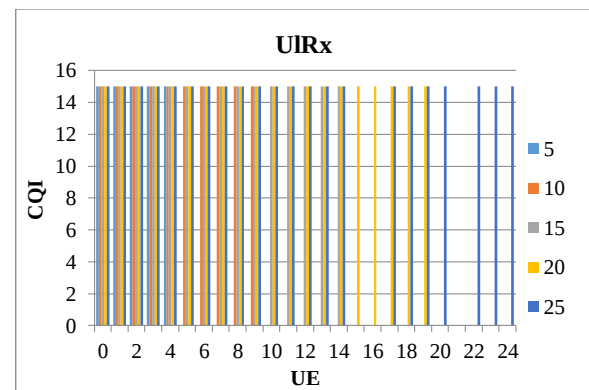
Gambar 6. Throughput MAC vs Jarak.

Throughput MAC skenario pertama berdasarkan gambar 6 throughput MAC pada kondisi *uplink* di UE Rx semakin besar sedangkan pada kondisi *downlink* semakin kecil pada jarak 110 m. Throughput MAC pada kondisi *downlink* lebih besar dibandingkan dengan kondisi *uplink* dan UE Rx memiliki throughput MAC yang lebih besar dibandingkan UE Tx pada kondisi *downlink* dan *uplink*. throughput MAC terbesar pada kondisi *uplink* 177.403 bps di Rx pada jarak 120 m, sedangkan pada kondisi *downlink* memiliki nilai throughput MAC terbesar 268180 bps di Rx pada jarak 40 m. Nilai throughput MAC mengalami penurunan karena dipengaruhi oleh nilai SINR yang semakin kecil pada jarak yang semakin jauh.

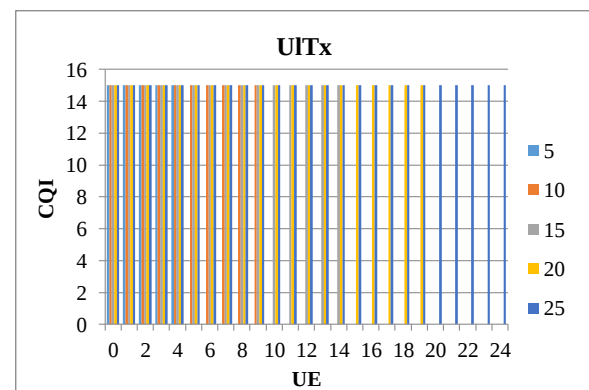
IV.2 Analisa Pengaruh Jumlah User Komunikasi D2D Unicast

Penambahan jumlah UE yang berkomunikasi pada skenario kedua

dilakukan sebanyak 5 kali dengan jumlah penambahan 5 pasang UE pada setiap kali simulasi. hasil simulasi menunjukkan nilai CQI dan throughput MAC dari setiap Rx dan Tx pada kondisi jumlah UE yang berbeda, semakin besar jumlah *user* bukan berarti menurunkan throughput MAC, karena besar throughput MAC dipengaruhi oleh perilaku *user* dalam menggunakan jaringan komunikasi, pada penelitian ini penempatan UE D2D dilakukan secara acak, sehingga besar pengaruh yang ditimbulkan setiap UE berbeda-beda, seperti yang dijelaskan pada gambar berikut ini.



(a)

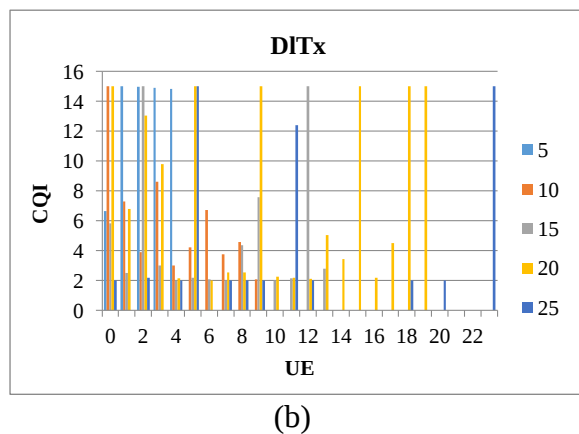
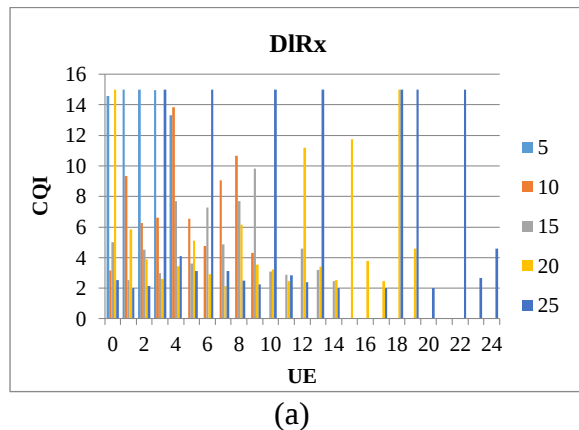


(b)

Gambar 7. CQI Kondisi Uplink vs UE.

Gambar 7 memperlihatkan nilai CQI pada setiap UE, setiap UE diberi identitas dengan panamaan berupa angka dari 0 sampai 24, pada kondisi uplink UE 19, 21 dan 22 memiliki CQI Rx 0 dan EU lainnya memiliki nilai CQI 15, maka nilai CQI pada kondisi uplink sangat baik dalam

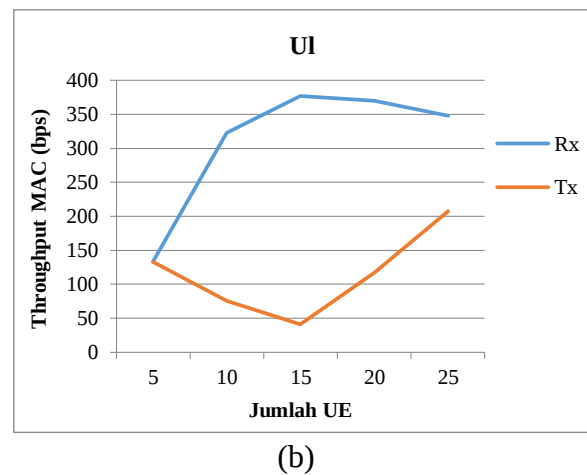
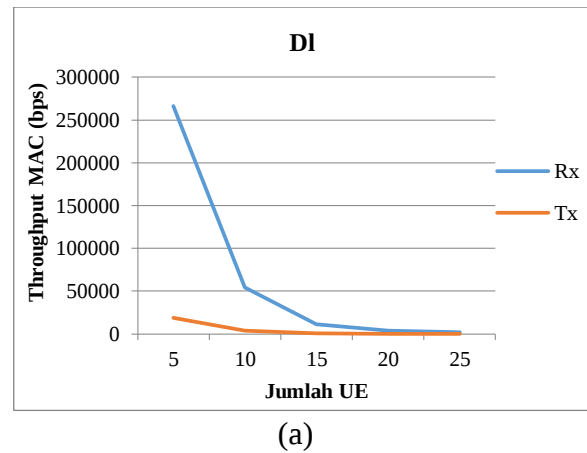
setiap komunikasi dengan jumlah UE berbeda.



Gambar 8. CQI Kondisi *Downlink* vs UE.

Berdasarkan gambar 8 penambahan jumlah UE mengakibatkan nilai CQI pada kondisi *downlink* semakin buruk, karena semakin banyak UE yang memiliki nilai CQI dibawah 10 dibandingkan dengan yang diatas 10. Komunikasi D2D dengan 25 pasang UE mengakibatkan 15 UE tidak dapat berkomunikasi karena memiliki nilai CQI 0. Penempatan *user* secara acak mengakibatkan jarak antar kanal tidak terkontrol, sehingga komunikasi D2D dengan jarak antar kanal yang kecil dapat mengganggu sistem komunikasi D2D. Nilai CQI pada UE mempengaruhi besar *throughput* MAC yang dimiliki oleh UE tersebut, karena faktor SINR mempengaruhi besar *throughput* MAC, ini terbukti dengan UE 19, 21 dan 22 pada kondisi *uplink* memiliki nilai *throughput* MAC 0 bps, sehingga tidak terjadi

pertukaran data pada setiap UE tersebut, namun *throughput* MAC pada UE Rx yang lain lebih besar dibandingkan dengan UE Tx.



Gambar 9. *Throughput* MAC vs Jumlah UE.

Berdasarkan gambar 9, *Throughput* MAC berbanding terbalik dengan jumlah UE. *Throughput* MAC pada kondisi *downlink* semakin kecil dengan penambahan jumlah UE, penurunan signifikan *throughput* MAC terjadi pada penambahan pertama kali dari 5 pasang UE menjadi 10 pasang UE, dengan penurunan yang terjadi pada UERx sebesar 211777.6 bps dan pada UETx 15157.3 bps. *Throughput* MAC pada kondisi *downlink* selalu lebih besar dari pada kondisi *uplink* dan *throughput* MAC pada UERx selalu lebih besar dibandingkan dengan UETx pada setiap kondisi.

V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Penurunan nilai CQI pada kondisi *downlink* terjadi pada jarak diatas 50 m dengan CQI 15 menjadi 14 pada jarak 60 m dan terus mengalami penurunan setiap penambahan jarak 10 m. *Throughput* MAC *uplink* lebih besar dibandingkan dengan *downlink*. Semakin jauh jarak komunikasi memperkecil *throughput* MAC UE Rx pada kondisi *downlink*. *Throughput* MAC pada kondisi *downlink* mengalami penurunan dengan semakin besar jumlah UE yang berkomunikasi.

V.2 Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan adalah:

1. Simulasi menggunakan jarak dan jumlah *user* yang lebih besar dengan perubahan daya transmisi.
2. Meneliti komunikasi D2D pada dua sel yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abror, A. A., Hadi, M. Z. S., & Winarno. I. (2011). Rancang Bangun Dan Analisa Qos Audio dan Video Streaming pada Jaringan Mpls VPN. *PENS*, Kampus ITS, Surabaya, PP 1-9.
- Ariyani, S. (2016). Evaluasi Kualitas Layanan (QOS) Jaringan Data Selluler pada Teknologi 4G Lte. *IPTEKS*, PP 26-42.
- Basril, F.A.S., & Muntini, M.S. (2016). Pengaruh Jarak Terhadap Besar Kecepatan Akses Arah *Downlink* untuk Sistem Komunikasi 1800Hz. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Vol. 5, No. 2, PP.2337-3520, (2301-928X Print).
- Ibrahim, M. (2014). Channel Quality Indicator Feedback in Long Term Evolution (LTE) System. *IOSR-*

JECE, Vol 9, Issue 2, Ver. IV, PP 14-19.

- Safdar, G. A., Ur-Rehman, M., Muhammad, M., Imran, M. A., & Tafazolli, R. (2016). Interference Mitigation in D2D Communication Underlaying LTE-A Network. *IEEE Access*, Vol. 4, PP 7967 - 7987.
- Turcanu, I., Sommer, C., Baiocchi, A., & Dressler, F. (2016). Pick the Right Guy: CQI-Based LTE Forwarder Selection in VANETs. *Vehicular Networking Conference (VNC)*.
- Virdis, A., Nardini, G., & Stea, G. (2016). Modeling Unicast Device To-Device Communications With Simulte. *2016 1st International Workshop on Link- and System Level Simulations (IWSLS)*, Vienna, Austria.
- Virdis, A., Nardini, G., & Stea, G. (2016). Simulating Device-To-Device Communications in Omnet++ With Simulte: scenarios and configurations. *ArXiv*.