

# Analisis Perbandingan *Throughput Open RAN* 4G LTE Arah *Downlink* Secara *Real* Dan Berdasarkan 3GPP

1<sup>st</sup> Dita Fitri Melenia  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

ditafitri@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Uke Kurniawan Usman  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

ukeusman@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Gandeva Bayu Satrya  
Fakultas Ilmu Terapan  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

gbs@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**—Teknologi seluler terus mengalami perkembangan untuk memenuhi permintaan data seluler sesuai kebutuhan pengguna dan *mobile wireless network* akan terus tumbuh dengan kecepatan tinggi. Namun, jaringan 4G LTE tidak dapat terlepas dari berbagai masalah, salah satunya adalah tingginya kepadatan trafik dalam suatu jaringan yang menyebabkan kecepatan saat proses transfer data menurun. Teknologi *Open RAN* menjadi solusi atas permasalahan yang terjadi dengan melakukan pengujian perbandingan *throughput Open RAN*. Pada penelitian ini, dilakukan perbandingan *throughput Open RAN real* hasil simulasi dan berdasarkan 3GPP pada jaringan 4G LTE di frekuensi 900 MHz pada sisi *downlink*. Parameter kualitas jaringan diukur dengan RSRP, SINR, *throughput*. Parameter yang ingin dianalisis pada penelitian ini adalah *throughput*. eNodeB yang digunakan adalah *Parallel Wireless* yang berada di lab Telecom Infra Project (TIP) Telkom University. Dimana *drive test* dilakukan oleh pihak lab TIP. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan pengiriman data *Open RAN* yang diterima oleh UE. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, nilai rata-rata parameter RSRP sebesar -80,157 dBm, nilai SINR sebesar 8,5 dB, dan *throughput* sebesar 45,64 Mbps. Kemudian hasil perhitungan *Open RAN* berdasarkan 3GPP sebesar 50,35 Mbps, dengan perbedaan 4,71 dari hasil simulasi. Dari hasil perbandingan *throughput Open RAN* yang dilakukan menunjukkan bahwa perangkat *Open RAN* dapat merujuk sesuai standar 3GPP.

**Kata kunci**— LTE, RAN, *Open RAN*, *throughput*, 3GPP, *downlink*.

## I. PENDAHULUAN

Teknologi seluler terus mengalami perkembangan untuk memenuhi permintaan data seluler dan *mobile wireless network* akan terus tumbuh dengan kecepatan tinggi [1]. Dengan adanya perkembangan teknologi dapat mempermudah pengguna dalam mengakses dan berkomunikasi. Pada saat ini jaringan 4G LTE tidak dapat terlepas dari berbagai masalah, salah satunya adalah tingginya kepadatan trafik dalam suatu jaringan yang menyebabkan kecepatan saat proses *transfer* data menurun. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan pengujian perbandingan *throughput Open RAN* (Radio

*Access Network*) secara *real* dan dengan berdasarkan standar 3GPP.

RAN merupakan sistem telekomunikasi yang menghubungkan perangkat individu ke bagian lain melalui jaringan dengan koneksi radio. Pada saat ini, RAN tradisional tidak memiliki fleksibilitas yang cukup, dan biaya implementasi jaringan akan tinggi untuk operator aplikasi baru di RAN tradisional. Untuk itu, operator dituntut untuk berkontribusi dalam konfigurasi jaringan seluler dengan membentuk kembali jaringan RAN sesuai kebutuhan pengguna untuk mencapai jaringan seluler dan peralatan yang beroperasi di perangkat lunak yang lebih *virtual*, dan fleksibel [2]. *Open RAN* adalah pengembangan teknologi seluler dari RAN dengan konsep *open interface* perangkat lunak berupa *virtual server*, sehingga operator seluler dapat menggunakan *multi-vendor* dalam menerapkan topologi jaringan tanpa terikat pada satu merek [3].

Salah satu cara untuk mengetahui kecepatan pengiriman data *throughput Open RAN* di lapangan yaitu dengan melakukan uji perbandingan dengan hasil kurat *throughput Open RAN* di lapangan dengan berdasarkan 3GPP. Pada penelitian ini perbandingan *throughput Open RAN* dilakukan berdasarkan hasil secara *real* dan berdasarkan 3GPP. Pengujian dilakukan pada jaringan 4G LTE di frekuensi 900 MHz dengan perangkat yang ada di Lab Telecom Infra Project (TIP) Telkom University. Pengukuran kualitas jaringan diukur dengan RSRP, SINR, dan *throughput*. Parameter yang akan dianalisis adalah *throughput Open RAN* yang dihasilkan secara *real* dan hasil pendukung lainnya, kemudian akan dibandingkan dengan *throughput Open RAN* yang berdasarkan 3GPP. Simulasi pengujian *throughput Open RAN* berdasarkan *real* dilakukan dengan menggunakan *drive test* dan menggunakan *software* lain untuk melihat hasil data *throughput Open RAN*.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Long Term Evolution (LTE)

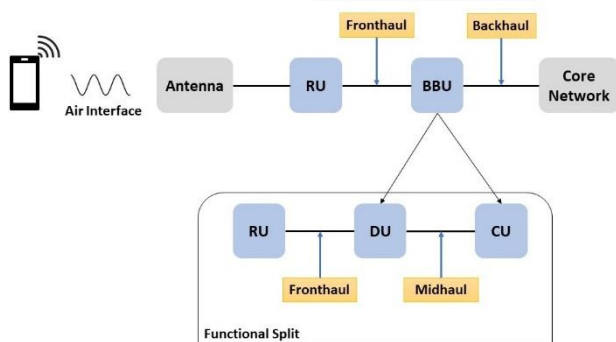
LTE adalah standar komunikasi nirkabel yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan *mobile phone* dalam mengakses internet. LTE

umumnya dikenalkan sebagai 4G LTE yang merupakan projek dari *The Third Generation Partnership Project* (3GPP) release 8 sebagai pengembangan lanjutan dari teknologi GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Keunggulan secara umum LTE dapat memberikan kecepatan akses maksimal hingga 50 Mbps pada saat melakukan *uplink*, sedangkan memberikan kecepatan akses hingga 100 Mbps saat melakukan *downlink* [4]. Terdapat tiga komponen utama pada arsitektur LTE, yaitu *User Equipment* (UE), *Evolved Universal Terrestrial Radio* (E-UTRAN), dan *Evolved Packet Core* (EPC).

#### B. Radio Access Network (RAN)

RAN adalah sistem telekomunikasi *wireless* yang menghubungkan perangkat individu ke bagian lain dari jaringan melalui *radio link*. RAN menghubungkan peralatan seluler *user* yang dikendalikan dari jarak jauh melalui *fiber* atau *wireless back haul connection*. Komponen RAN termasuk *base station* dan antena yang mencakup wilayah tertentu yang tergantung pada kapasitasnya [5]. RAN terdiri dari tiga elemen penting, yaitu antena, *Radio Unit* (RU), dan *Baseband Unit* (BBU).

Pada arsitektur RAN sebelumnya mengalami perubahan pada letak lokasi RU. Terdapat dua arsitektur RAN yaitu *RAN Integration* dan *RAN Disaggregation*. Arsitektur *RAN Integration* merupakan arsitektur RAN dimana RU berada di lokasi yang sama dengan BBU yang diletakkan dibawah. Sedangkan, *RAN Disaggregation* merupakan arsitektur RAN dimana RU berada didekat antena sehingga lokasi RU berpisah dengan BBU. Arsitektur RAN sejak fase awal *Fifth Generation* (5G) *New Radio* (NR), ada dorongan untuk memisahkan BBU dengan memecah fungsi diluar (RU) menjadi *Distributed Unit* (DU) dan *Centralized Unit* (CU) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 [5]:



GAMBAR 1.  
FUNCTIONAL SPLIT RAN

Berdasarkan Gambar 1 RAN *functional split* membagi blok monolitik menjadi tiga bagian yaitu, RU, CU, dan DU dengan konsep BBU yang terpisah-pisah menjadi CU dan DU. *Fronthaul* merupakan koneksi antara RU dan DU. Sedangkan, *midhaul* merupakan koneksi antara DU dan CU.

#### C. Open RAN

*Open RAN* merupakan teknologi perangkat RAN dengan konsep *Open RAN* mengarahkan pada dua pilar mendasar yaitu *openness* dan *interoperability*. *Open RAN* merupakan teknologi perangkat RAN yang bisa menjalankan fungsi RAN dengan *hardware* dan *software* menggunakan

*multi-vendor* dalam menerapkan topologi jaringan tanpa terikat pada satu *vendor* [3]. Sehingga mudah dalam hal memperbaharui perangkat karena tidak adanya ketergantungan antar *vendor*, dan kapasitas yang mudah diukur karena pemisahan *hardware* dan *software* dapat memungkinkan operator merespon lebih cepat dan dengan cara lebih bertarget untuk menambah, mengurangi, dan atau memindahkan kapasitas. Struktur internal terdiri dari *Open Center Unit* (O-CU), *Open Distributed Unit* (O-DU), *Open Radio Unit* (O-RU), dan juga terdapat *RAN Intelligent Controller* (RIC). Dimana RIC adalah bagian penting dari strategi disagregasi *Open RAN*, membawa interoperabilitas *multi-vendor*, kecerdasan, kelincahan, dan kemampuan program ke jaringan akses radio [6].

#### D. Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)

LTE menggunakan dua sistem pada sisi yang berbeda, yaitu OFDMA pada sisi *downlink* dan *Single Carrier-Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) pada sisi *uplink*. OFDMA adalah jenis *Frequency Division Multiplexing* (FDM) dimana *frequency band* yang tersedia dibagi menjadi beberapa *orthogonal frequency subcarrier*. OFDMA menyediakan *data rate* rendah dari banyak pengguna dan juga dapat membuat *delay* propagasi menjadi cepat dan konstan. LTE menggunakan OFDMA untuk transmisi data *downlink* karena skema OFDMA memiliki efisiensi spektral yang tinggi dan kuat dalam menghadapi *multipath fading* [7].

#### E. The Third Generation Partnership Project (3GPP)

3GPP adalah salah satu organisasi standar komunikasi seluler selain *International Telecommunication Union* (ITU). Spesifikasi 3GPP juga menyediakan penghubung untuk *non-radio access* ke *core network*, dan untuk *interworking* dengan jaringan *non-3GPP*. Teknologi 3GPP terus berkembang melalui generasi sistem seluler, dan untuk memastikan bahwa pengoperasian UE tidak terganggu [8].

#### F. Parameter Kualitas Jaringan

Terdapat beberapa parameter yang harus dipertimbangkan untuk melakukan perbaikan kualitas jaringan, yaitu *Reference Signal Received Power* (RSRP), dan *Signal to Interference plus Noise Ratio* (SINR).

##### 1. Reference Signal Received Power (RSRP)

RSRP merupakan kuat sinyal yang diterima UE pada LTE. Nilai RSRP digunakan untuk menunjukan bagus atau tidaknya *coverage* jaringan pada suatu daerah. Pada Tabel 1 menunjukkan rentang nilai RSRP sebagai berikut [9]:

TABEL 1.  
RENTANG NILAI RSRP.

Nilai RSRP	Keterangan
$\geq -71$ dBm	Very Good
$< -71$ dBm to $\leq -81$ dBm	Good
$< -81$ dBm to $\leq -91$ dBm	Normal
$< -91$ dBm to $\leq -101$ dBm	Bad
$< -101$ dBm	Worst

## 2. Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR)

SINR merupakan perbandingan *minimum* antara sinyal yang diinginkan dengan sinyal interferensi yang berasal dari *transmitter* dan sel tetangga nya. Persamaan SINR dapat diperoleh dengan rumus berikut:

$$SINR = \frac{S}{I + N} \quad (1)$$

$S$  merupakan daya yang diukur berdasarkan sinyal yang digunakan,  $I$  merupakan besar interferensi rata-rata, dan  $N$  adalah *noise*. Pada Tabel 2 menunjukkan rentang nilai SINR yang ditetapkan oleh *Key Performance Indicator (KPI)* sebagai berikut [9]:

**TABEL 2.**  
RENTANG NILAI SINR.

Nilai SINR	Keterangan
16 dB to 30 dB	Good
1 dB to 15 dB	Normal
-10 dBm to 0 dBm	Bad

## G. Resource Block (RB)

*Resource Block* adalah suatu blok transmisi pada OFDM yang disusun dari domain waktu dan frekuensi. Banyaknya jumlah RB tergantung pada *bandwidth* yang digunakan. Jika semakin besar *bandwidth*, maka semakin besar RB yang tersedia. Dengan begitu, semakin besar sistem memiliki RB, maka semakin besar juga maksimal *throughput* yang dihasilkan [10]. Pada Tabel 3 menunjukkan pemetaan *bandwidth* terdapat *resource block* sebagai berikut [11]:

**TABEL 3.**  
PEMETAAN BANDWIDTH TERDAPAT RB.

Total Bandwidth	Resource Block	Sub-Carriers
1,4 MHz	6	72
3 MHz	15	180
5 MHz	25	300
10 MHz	50	600
15 MHz	75	900
20 MHz	100	1200

## H. Throughput

*Throughput* adalah *bandwidth* aktual atau *bandwidth* yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu. Pada jaringan LTE, *throughput* merupakan tingkat rata-rata keberhasilan pengiriman data melalui saluran komunikasi. Pada Tabel 4 menunjukkan standar nilai Operator Telkomsel untuk parameter *throughput* sebagai berikut [12]:

**TABEL 4.**  
STANDAR NILAI *THROUGHPUT*.

Nilai (Kbps)	Keterangan
lebih besar dari 65000	Sangat Baik
40000 s.d 65000	Baik
10000 s.d 40000	Cukup Baik
5000 s.d 10000	Cukup Buruk
2000 s.d 5000	Buruk
kurang dari 2000	Sangat Buruk

Berikut adalah perhitungan *throughput* berdasarkan 3GPP [13]:

$$Throughput = TBS_{Size} \times MIMO_{size} \quad (2)$$

## I. Channel Quality Indicator (CQI)

CQI merupakan kualitas dari sebuah *channel downlink* yaitu dari *site* ke *user* dengan kondisi *dedicated mode*. CQI dapat diperoleh dari *user* yang melakukan pemberian informasi terhadap *site* berupa modulasi yang digunakan, *code rate* dan *efficiency* [14]. Pada Tabel 5 menunjukkan nilai CQI sebagai berikut [13]:

**TABEL 5.**  
NILAI CQI.

CQI index	modulation	code rate x 1024	efficiency
0	out of range		
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	QPSK	602	1.1758
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152
15	64QAM	948	5.5547

## J. Modulation and Coding Scheme (MCS)

MCS adalah skema modulasi yang akan digunakan berdasarkan kualitas kanal dari *Radio Access* kepada UE. Indeks MCS digunakan untuk menghitung nilai ke-cepatan pengiriman data yang tersedia. Skema modulasi pada LTE berdasarkan standar 3GPP yaitu modulasi QPSK, 16QAM, dan 64QAM. Pada Tabel 6 menunjukkan indeks MCS berdasarkan 3GPP TS 36.213 V12.3.0 sebagai berikut [13]:

**TABEL 6.**  
INDEKS MCS.

MCS Index	Modulation Order	TBS Index
0	2	0
1	2	1
2	2	2
3	2	3
4	2	4
5	2	5
6	2	6
7	2	7
8	2	8
9	2	9
10	4	9
11	4	10
12	4	11
13	4	12
14	4	13
15	4	14
16	4	15
17	6	15
18	6	16
19	6	17
20	6	18
21	6	19
22	6	20
23	6	21
24	6	22
25	6	23
26	6	24
27	6	25
28	6	26
29	2	
30	4	reserved
31	6	

Pada Tabel 7 menunjukkan indeks TBS terhadap PRB berdasarkan 3GPP TS 36.213 V12.3.0 sebagai berikut [13]:

**TABEL 7.**  
INDEKS TBS TERHADAP PRB.

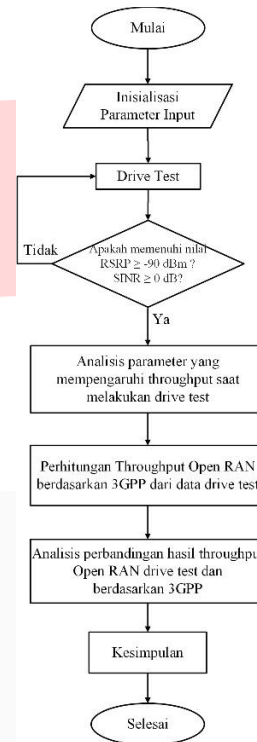
I.TBS	N.PRB							
	43	44	45	46	47	48	49	50
0	1192	1224	1256	1256	1288	1320	1352	1384
1	1544	1608	1608	1672	1736	1736	1800	1800
2	1928	1992	2024	2088	2088	2152	2216	2216
3	2536	2536	2600	2664	2728	2792	2856	2856
4	3112	3112	3240	3240	3368	3496	3496	3624
5	3752	3880	4008	4008	4136	4264	4392	4392
6	4584	4584	4776	4776	4968	4968	5160	5160
7	5352	5352	5544	5736	5736	5992	5992	6200
8	5992	6200	6200	6456	6456	6712	6968	6968
9	6712	6968	6968	7224	7480	7480	7736	7992
10	7480	7736	7992	7992	8248	8504	8504	8760
11	8760	8760	9144	9144	9528	9528	9912	9912
12	9912	9912	10296	10680	10680	11064	11064	11448
13	11064	11448	11448	11832	12216	12216	12576	12960
14	12216	12576	12960	12960	13336	13536	14112	14112
15	12960	13536	13536	14112	14688	14688	15264	15264
16	14112	14112	14688	14688	15264	15840	15840	16416
17	15264	15840	16416	16416	16992	17568	17568	18336
18	16992	17568	17568	18336	18336	19080	19080	19848
19	18336	19080	19080	19848	20616	20616	21384	21384
20	19848	20616	20616	21384	22152	22152	22920	22920
21	21384	22152	22920	22920	23688	24496	24496	25456
22	22920	23688	24496	24496	25456	25456	26416	27376
23	24496	25456	25456	26416	27376	27376	28336	28336
24	26416	26416	27376	28336	28336	29296	29296	30576
25	27376	28336	28336	29296	29296	30576	31704	31704
26	31704	32856	32856	34008	35160	35160	36696	36696

### III. METODE

#### A. Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah dalam melakukan pengerjaan penelitian, maka diperlukan langkah-langkah yang terstruktur yang dibuat dalam diagram alir seperti Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, proses penelitian diawali dengan melakukan studi literatur mengenai penelitian dan kemudian

inisialisasi parameter *input*, yaitu *bandwidth* dan modulasi yang digunakan. Kemudian melakukan *drive test* di lab *Telecom Infra Project (TIP) Telkom University* untuk mendapatkan nilai *throughput*. Jika terpenuhi nilai  $RSRP \geq -90$  dBm, dan  $SINR \geq 0$  dBm, maka dilakukan analisis parameter yang mempengaruhi saat *drive test*. Dengan mendapatkan nilai *throughput* dari hasil simulasi, kemudian dilakukan perhitungan *throughput* berdasarkan 3GPP. Setelah itu mulai melakukan analisis perbandingan hasil *throughput Open RAN* berdasarkan 3GPP dengan berdasarkan hasil simulasi yang kemudian dilakukan penarikan kesimpulan.



**GAMBAR 2.**  
DIAGRAM ALIR PENELITIAN

#### B. Lokasi Drive Test



**GAMBAR 3.**  
LOKASI DRIVE TEST.

Simulasi ini dilakukan pada area lab TIP *Telkom University*. Gambar 3 merupakan denah Telkom University dimana tanda berwarna hijau merupakan area lab TIP yang berada di dalam Gedung Serba Guna *Telkom University* yang digunakan sebagai area *drive test*.



### C. Proses Perhitungan *Throughput* 3GPP

Perhitungan *throughput* berdasarkan 3GPP diawali dengan mengetahui dan menggunakan data *logfile* dari hasil *drive test*. Dari data *logfile* dapat mengetahui data-data yang telah diambil saat simulasi. Data dari *logfile* yang diambil untuk penelitian Tugas Akhir ini yaitu, RSRP, SINR, *throughput* *downlink*, CQI, MCS, RB, dan *rank indicator* yang digunakan.

Berdasarkan hasil simulasi pada *logfile* didapat indeks CQI yaitu 15, indeks MCS yaitu 28, *rank indicator* sebesar 2, RB sebesar 50, dan menghasilkan nilai *throughput* sebesar 72.695.644 bps, dimana akan dilakukan perhitungan *throughput* berdasarkan 3GPP untuk mengetahui kesesuaian nilai *throughput* yang dihasilkan pada simulasi.

Berikut adalah penjelasan cara perhitungan *throughput* berdasarkan 3GPP.

1. Sesuaikan indeks CQI yang didapat dengan Tabel 5, dimana indeks CQI yang didapatkan yaitu 15. Pada Tabel 5 indeks 15 menunjukkan bahwa modulasi terbaik yang digunakan yaitu 64QAM.
2. Sesuaikan indeks MCS yang didapat dengan Tabel 6, dimana indeks MCS yang didapatkan yaitu 28. Pada Tabel 6 indeks 28 menunjukkan bahwa *modulation order* bernilai 6 dimana hal itu membuktikan jika modulasi yang digunakan yaitu 64QAM. Selanjutnya pada tabel indeks MCS 28 didapatkan indeks TBS 26. Indeks TBS diperlukan untuk mengetahui nilai PRB.
3. Sesuaikan Indeks TBS yang didapat dengan Tabel 7, dimana indeks TBS yang didapat yaitu 26 dengan RB sebesar 50.
4. Jika indeks TBS dan RB diketahui maka dapat dilihat nilai PRB pada Tabel 7. Didapatkan jumlah PRB sebesar 36.696 bits per ms.
5. Selanjutnya melakukan perhitungan *throughput* berdasarkan Persamaan 2 didapatkan nilai *throughput* sebesar 73.392.000 bps.
6. Proses tersebut diulang hingga semua *throughput* terpenuhi.

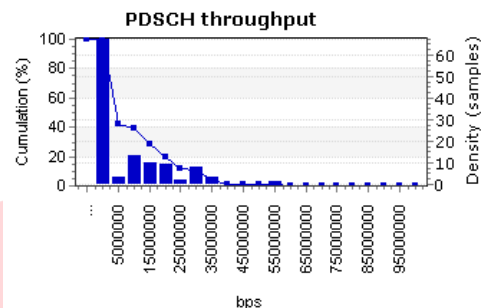
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan nilai *throughput* *real* hasil simulasi dengan nilai *throughput* berdasarkan perhitungan 3GPP. Simulasi dilakukan pada dua skenario. Pada skenario pertama melakukan simulasi *throughput* dengan menggunakan jaringan *simcard* *custom*. Skenario kedua melakukan simulasi *throughput* dengan menggunakan jaringan *simcard* operator Telkomsel. Kemudian hasil dari simulasi akan dibandingkan dengan hasil perhitungan *throughput* berdasarkan 3GPP.

### A. Hasil Pengukuran Skenario 1

Hasil pengukuran skenario 1 parameter yang diukur yaitu RSRP, SINR, CQI, MCS, dan *throughput*. Pada nilai RSRP  $\geq -90$  dBm dengan nilai rata-rata RSRP sebesar -75,592 dBm, dimana menunjukkan bahwa nilai RSRP tergolong kategori *Good*. Pada SINR didapatkan penyebaran sinyal cukup merata dimana nilai rata-rata parameter SINR  $\geq 0$  dB sudah terpenuhi yaitu 5 dB dan termasuk dalam kategori *Normal*. Hasil CQI didominasi oleh modulasi 64QAM sebesar 98,3% sehingga dapat dikatakan bahwa hasil simulasi *throughput* pada sisi *downlink* menggunakan modulasi 64QAM. Indeks MCS yang digunakan didominasi oleh

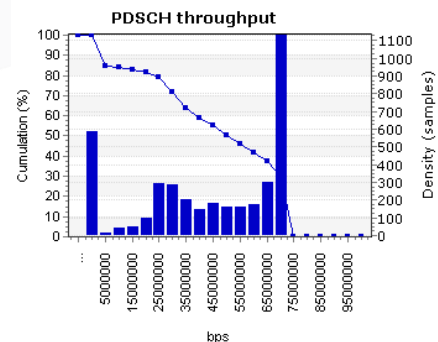
indeks 27, sehingga akan menghasilkan nilai *throughput* yang besar. Gambar 4 merupakan grafik simulasi *throughput* *downlink* pada area lab TIP. Dari hasil simulasi didapatkan nilai *throughput* terendah berada pada rentang  $< 1000$  bps sebesar 19,11% dan terdapat nilai *throughput* tertinggi berada pada rentang 40-60 Mbps sebesar 1,10% dimana nilai tersebut tergolong pada kategori buruk dengan nilai rata-rata *throughput* *downlink* sebesar 8942 Kbps.



GAMBAR 4.  
GRAFIK *THROUGHPUT* PADA SKENARIO 1.

### B. Hasil Pengukuran Skenario 2

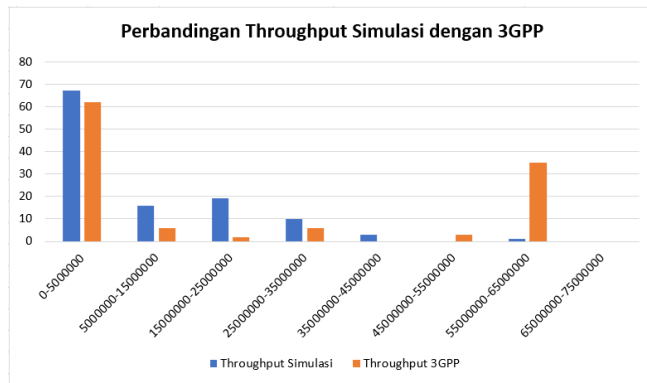
Hasil pengukuran skenario 2 parameter yang diukur yaitu RSRP, SINR, CQI, MCS, dan *throughput*. Pada RSRP didominasi nilai RSRP  $\geq -90$  dBm dengan nilai rata-rata RSRP sebesar -80,157 dBm, dimana menunjukkan bahwa nilai tersebut tergolong kategori *Good*. Pada SINR didapatkan penyebaran sinyal cukup merata dimana nilai rata-rata parameter SINR  $\geq 0$  dB sudah terpenuhi yaitu 8,5 dB dan termasuk dalam kategori *Normal*. Hasil CQI didominasi oleh modulasi 64QAM sehingga dapat dikatakan bahwa hasil simulasi *throughput* pada sisi *downlink* menggunakan modulasi 64QAM. Indeks modulasi yang digunakan didominasi oleh indeks 28, sehingga akan menghasilkan nilai *throughput* yang besar. Gambar 5 merupakan grafik simulasi *throughput* *downlink* pada area lab TIP. Dari hasil tersebut didapatkan nilai *throughput* tertinggi berada pada rentang 60-79 Mbps sebesar 40,50% dan juga terdapat nilai *throughput* terendah berada pada rentang  $< 1000$  bps sebesar 9,92%. dimana nilai tersebut tergolong pada kategori sangat baik dengan nilai rata-rata *throughput* *downlink* sebesar 45,65 Mbps.



GAMBAR 5.  
GRAFIK *THROUGHPUT* PADA SKENARIO 2.

### C. Analisa Perbandingan *Throughput Real* dan 3GPP

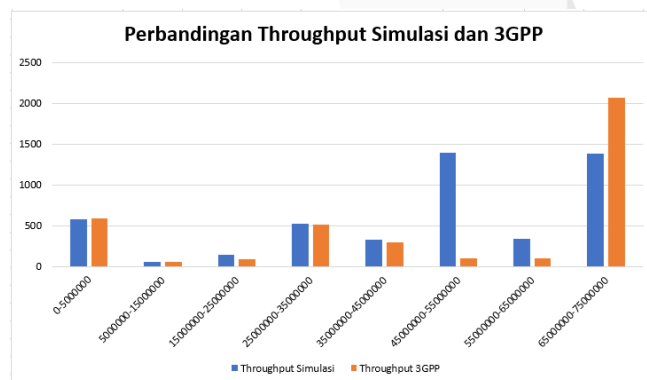
Analisis *throughput real* dilakukan terhadap nilai *throughput* hasil simulasi dua skenario dengan perhitungan berdasarkan 3GPP. Dimana masing-masing hasil skenario *throughput* akan dibandingkan dengan masing-masing hasil perhitungan *throughput* berdasarkan 3GPP.



**GAMBAR 6.**

GRAFIK PERBANDINGAN *THROUGHPUT* SKENARIO 1 DAN 3GPP.

Gambar 6 merupakan grafik perbandingan hasil pengukuran *throughput* di lapangan dan 3GPP. Bentuk grafik perbandingan *throughput* hasil simulasi seharusnya sama rata dengan *throughput* perhitungan dari 3GPP. Tetapi berdasarkan Gambar 6 menunjukkan grafik perbandingan *throughput* hasil simulasi dengan *throughput* 3GPP tidak sama rata, terlihat bahwa pada grafik didominasi oleh *throughput* 3GPP pada rentang 45-65 Mbps, sedangkan pada rentang 0-35 Mbps didominasi oleh hasil simulasi *throughput* di lapangan. Hal tersebut disebabkan oleh faktor lain pada saat simulasi yaitu terjadi kepadatan trafik di area lab TIP Telkom University dan juga pengaruh jaringan operator *simcard custom* yang digunakan, sehingga *throughput* hasil simulasi pada skenario pertama tidak sesuai dengan hasil perhitungan *throughput* 3GPP.



**GAMBAR 7.**

GRAFIK PERBANDINGAN *THROUGHPUT* SKENARIO 2 DAN 3GPP.

Dalam Gambar 7 merupakan grafik perbandingan hasil pengukuran *throughput* di lapangan dan 3GPP. Bentuk grafik perbandingan *throughput* hasil simulasi harus sama rata dengan *throughput* perhitungan dari 3GPP. Berdasarkan Gambar 7 menunjukkan grafik perbandingan *throughput* hasil simulasi dengan *throughput* 3GPP dominan sama rata, hanya saja pada rentang 65-75 Mbps didominasi oleh

*throughput* 3GPP, sedangkan pada rentang 45-65 Mbps didominasi oleh hasil simulasi *throughput* di lapangan. Hal tersebut disebabkan oleh faktor lain pada simulasi di lapangan yang mempengaruhi parameter *throughput* seperti, operator yang digunakan, dan kepadatan trafik yang terjadi di area lab TIP Telkom University. Hasil simulasi *throughput Open RAN* dari data eksisting *eNodeB Parallel Wireless* di lapangan menunjukkan bahwa perangkat tersebut dapat merujuk sesuai standar 3GPP.

### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil simulasi skenario pertama *throughput Open RAN* dengan menggunakan *simcard custom* menunjukkan nilai rata-rata parameter RSRP sebesar -75,592 dBm, nilai rata-rata SINR sebesar 5 dB, dan *throughput* sebesar 8942 Kbps.
2. Hasil simulasi skenario kedua *throughput Open RAN* dengan menggunakan operator Telkomsel menunjukkan nilai rata-rata parameter RSRP sebesar -80,157 dBm, nilai rata-rata SINR sebesar 8,5 dB, dan *throughput* sebesar 45,64 Mbps.
3. Hasil RSRP tidak mempengaruhi *throughput* saat simulasi, terlihat pada nilai rata-rata RSRP skenario pertama yaitu sebesar -75,592 dBm dengan *throughput* sebesar 8942 Kbps.
4. Hasil perhitungan *throughput Open RAN* berdasarkan 3GPP pada skenario pertama menunjukkan nilai rata-rata *throughput* sebesar 23,246 Mbps dan pada skenario pertama menunjukkan nilai rata-rata *throughput* sebesar 50,35 Mbps.
5. Hasil perbandingan nilai *throughput Open RAN* pada simulasi skenario pertama dengan 3GPP, mendapatkan nilai *throughput* hasil simulasi tidak sesuai dengan nilai *throughput* 3GPP. Dimana seharusnya mendapatkan nilai rata-rata *throughput* sebesar 23,246 Mbps, tetapi pada hasil simulasi hanya mendapatkan rata-rata *throughput* sebesar 8,942 Mbps.
6. Hasil perbandingan nilai *throughput Open RAN* pada simulasi skenario kedua dengan 3GPP, mendapatkan nilai *throughput* hasil simulasi mendekati perhitungan 3GPP yaitu sebesar 45,64 Mbps. Sehingga dapat dikatakan perangkat Open RAN merujuk sesuai dengan standar 3GPP.

### REFERENSI

- [1] Y. Li, Z. Wang, D. Jin, L. Zeng, and S. Chen, "Collaborative Vehicular Content Dissemination with Directional Antennas," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 11, no. 4, pp. 1301–1306, 2012.
- [2] L. Gavrilovska, V. Rakovic, and D. Denkovski, "From Cloud RAN to Open RAN," Wireless Personal Communications, vol. 113, no. 3, pp. 1523–1539, 2020.
- [3] "O-RAN Architecture and Resources — o-ran.org," <https://www.o-ran.org/resources>, [Accessed Oct-2021].
- [4] R. Yanuari, P. Sudiarta, and N. Gunantara, "Analisa Kualitas Sinyal Jaringan GSM pada Menara Rooftop dengan Membandingkan Aplikasi Metode Drive Test

- Antara Tems Investigation 8.0. 3 dengan G-Nettrack Pro,” Jurnal SPEKTRUM, vol. 2, no. 4, pp. 39–45, 2015.
- [5] “What is a Radio Access Network (RAN)? — techtarget.com,” <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/radio-access-network-RAN>, [Accessed Oct-2021].
- [6] 5GWorldPro.com, “What is the RIC in Open RAN ? 5gworldpro.com,” <https://www.5gworldpro.com/blog/2022/09/12/what-is-the-ric-in-open-ran/>, [Accessed 15-Sep-2022].
- [7] A. D. Farhood, N. Agarwal, A. Jaiswal, N. Nitin, and M. K. Naji, “Performance Analysis of OFDMA in LTE,” International Journal of Current Engineering and Technology, vol. 4, no. 3, pp. 1614–1619, 2014.
- [8] “About 3GPP — 3gpp.org,” <https://www.3gpp.org/about-3gpp>, [Accessed 8-Sep-2022].
- [9] A. Hikmaturokhman, L. Wardana, B. Fernando, G. Mahardhika, and S. Dharmanto, “4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia Jilid 2,” Jakarta: Penerbit nulis buku, 2015.
- [10] “Resource Block — teknologi-4g-lte.blogspot.com,” <https://teknologi-4g-lte.blogspot.com/2015/05/resource-block.html>, [Accessed 19-June-2022].
- [11] “LTE Physical Layer Overview — rfmw.em.keysight.com,” [http://rfmw.em.keysight.com/wireless/helpfiles/89600b/webhelp/subsystems/lte/content/lte overview.htm](http://rfmw.em.keysight.com/wireless/helpfiles/89600b/webhelp/subsystems/lte/content/lte%20overview.htm), [Accessed June-2022].
- [12] M. M. Haq, Y. S. Rohmah, and M. A. Anggara, “Optimasi Jaringan LTE di Daerah Lembang, Jawa Barat,” eProceedings of Applied Science, vol. 4, no. 3, 2018,
- [13] S. Putra, P. Sudiarta, and G. Sukadarmika, “Analisis Hasil Drive Test Menggunakan Software Genex Probe dan Genex Assistant pada Jaringan LTE,” Jurnal SPEKTRUM, vol. 5, no 1, pp. 116,2018.
- [13] T. ETSI, “136 213 V12. 3.0 LTE,” Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA), pp. 2014–214.