

ANALISIS KINERJA JARINGAN 4G LONG TERM EVOLUTION (LTE) BERDASARKAN DATA *DRIVE TEST* PADA PT. INDOSAT KUPANG

Eleazar M. Dos Santos Belo¹, Don E. D. G. Pollo², Sarlince O. Manu³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto Penfui Kupang

Email¹⁾: eleazarmdosantosbelo@gmail.com

Email²⁾: elektro@undana.ac.id,

Email³⁾: vonnyoctaviana@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima Sep 07, 2021

Direvisi Sep 29, 2021

Disetujui Okt 30, 2021

ABSTRACT

The number of deployments of Indosat Operator BTS in Kupang city area is limited and customer ignorance of the location of affordable areas of 4G-LTE service makes customers become hampered in communicating both voice and data. Another impact is the decreased performance of 4G-LTE network. This research aims to analyze the performance of 4G-LTE networks at each Indosat Kupang BTS location. The measurement process uses the drive test method with G-Net Track Lite and nPerf applications to measure RSRP, RSRQ, SINR and throughput. Drive test is carried out with the reference point of Indosat BTS to four wind directions as far as 2 km. The results of the study on 730 measurement points spread across 10 different Indosat BTS locations showed the RSRP category was very good at 96 points, the good category amounted to 272 points, the normal category amounted to 344 points, the bad category amounted to 18 points. For RSRQ parameters, very good categories amount to 52 points, good categories amount to 154 points, normal categories amount to 506 points, bad categories amount to 17 points. For the parameters of the very good category SINR amounted to 100 points, the good category amounted to 504 points, the normal category amounted to 108 points, the bad category amounted to 18 points. As for the overall throughput obtained, the overall throughput is 9.57 Mbps download and 15.39 Mbps upload.

Keywords: Performance, Indosat, Drive Test, G-Net Track Lite, nPerf

ABSTRAK

Jumlah penyebaran BTS Operator Indosat di wilayah kota Kupang yang terbatas dan ketidaktahuan pelanggan akan letak wilayah yang terjangkau layanan 4G-LTE membuat pelanggan menjadi terhambat dalam melakukan komunikasi baik suara maupun data. Dampak lain yaitu menurunnya Kinerja jaringan 4G-LTE. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Kinerja jaringan 4G-LTE di setiap lokasi BTS Indosat Kupang. Proses pengukuran menggunakan metode drive test dengan aplikasi G-Net Track Lite dan nPerf untuk mengukur RSRP, RSRQ, SINR dan throughput. Drive test dilakukan dengan titik acuan BTS Indosat ke empat arah mata angin sejauh 2 km. Hasil penelitian pada 730 titik pengukuran yang tersebar di 10 lokasi BTS Indosat yang berbeda menunjukkan kategori RSRP sangat bagus berjumlah 96 titik, kategori bagus berjumlah 272 titik, kategori normal berjumlah 344 titik, kategori buruk berjumlah 18 titik. Untuk parameter RSRQ, kategori sangat bagus berjumlah 52 titik, kategori bagus berjumlah 154 titik, kategori normal berjumlah 506 titik, kategori buruk berjumlah 17 titik. Untuk parameter SINR kategori sangat bagus berjumlah 100 titik, kategori bagus berjumlah 504 titik, kategori normal berjumlah 108 titik, kategori buruk berjumlah 18 titik. Sedangkan untuk throughput diperoleh rata-rata throughput secara keseluruhan yaitu download 9,57 Mbps dan upload 15,39 Mbps.

Kata Kunci: Kinerja, Indosat, Drive Test, G-Net Track Lite, nPerf

Penulis Korespondensi:

Nama: Eleazar M. Dos Santos Belo

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik,

Universitas Nusa Cendana,

Jl. Adisucipto Penfui - Kupang.

Email: eleazarmdosantosbelo@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan pengamatan di lapangan, saat ini PT. Indosat di wilayah Kota Kupang telah memiliki layanan jaringan 4G-LTE (*Long Term Evolution*). Jaringan ini merupakan jenis jaringan telekomunikasi generasi keempat sebagai perkembangan dari jaringan generasi pertama (1G), generasi kedua (2G) dan generasi ketiga (3G)[1]. Kelebihan jaringan 4G-LTE dibandingkan dengan generasi sebelumnya yakni dalam hal kecepatan secara umum, LTE dapat memberikan kecepatan data puncak hingga 100 Mbps pada sisi *downlink* dan puncak kecepatan data 50 Mbps pada sisi *uplink* serta mampu memberikan *coverage* dan kapasitas layanan yang lebih besar[2]. Akan tetapi jumlah penyebaran BTS operator Indosat di wilayah Kota Kupang yang masih terbatas dan ketidaktahuan masyarakat atau pelanggan akan letak wilayah yang terjangkau layanan jaringan 4G-LTE membuat pelanggan menjadi terhambat dalam melakukan komunikasi baik suara maupun data. Dampak lain adalah menurunnya Kinerja jaringan 4G-LTE.

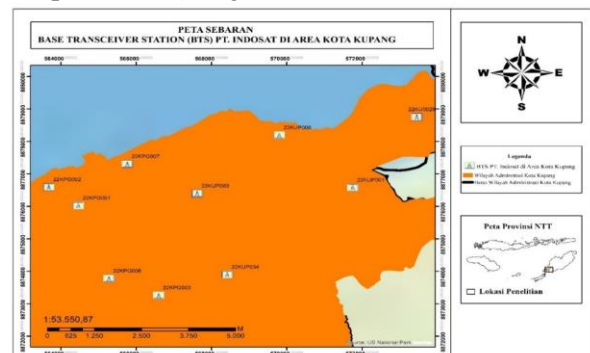
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Kinerja jaringan 4G-LTE di setiap lokasi BTS Indosat Kupang dengan menggunakan metode *drive test*. *Drive test* adalah metode pengukuran kualitas jaringan pada sistem komunikasi bergerak yang bertujuan untuk mengumpulkan data hasil pengukuran kualitas suatu jaringan dari arah BTS (*Base Transceiver Station*) ke MS (*Mobile Station*) atau sebaliknya secara riil di lapangan dengan menggunakan handphone yang di desain secara khusus untuk pengukuran sehingga dapat diketahui bagaimana kualitas layanan dari jaringan tersebut[3]. Jenis aplikasi yang digunakan yaitu *G-Net Track Lite* untuk mengukur parameter RSRP, RSRQ dan SINR serta *nPerf* untuk mengukur parameter *throughput*. RSRP (*Reference Signal Received Power*) merupakan power sinyal LTE yang diterima oleh *user* atau pelanggan dalam frekuensi tertentu. Semakin jauh jarak antara BTS dan *user*, maka semakin kecil pula RSRP yang diterima oleh *user*[4]. Nilai RSRP merupakan suatu nilai yang menunjukkan level kekuatan sinyal, yang ditunjukkan dalam rentang minus dBm. Semakin besar nilai RSRP (semakin

kecil minus dBm pada RSRP) maka semakin kuat level sinyal penerimaan pada *user*, begitupun sebaliknya[5]. RSRQ (*Reference Signal Received Quality*) merupakan tingkat kualitas sinyal yang diterima pada bagian penerima[6]. RSRQ dipengaruhi oleh sinyal, *noise*, dan *interference* yang diterima oleh UE (*User Equipment*). Satuan RSRQ adalah dB dan nilainya selalu negative[7]. SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*) merupakan rasio perbandingan kuat sinyal antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi maupun *noise background* yang timbul (tercampur dengan sinyal utama). Dalam arti rasio diantara rata-rata power yang diterima dengan rata-rata interferensi dan *noise*. Semakin besar nilai SINR, maka kualitas jaringan yang diterima *user* semakin bagus[8]. Sedangkan *throughput* merupakan kecepatan data (*upload* dan *download*) dengan satuan bps[9].

Dengan memetakan daerah jangkauan jaringan 4G-LTE maka bisa diketahui wilayah yang sudah terjangkau oleh jaringan Indosat serta kualitas jaringannya ataupun yang belum tercakup. Hal ini bermanfaat sebagai informasi kepada masyarakat atau pengguna jaringan Indosat di wilayah Kota Kupang serta bagi operator Indosat sendiri untuk meningkatkan Kinerja jaringannya agar masyarakat bisa menikmati layanan secara optimal.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan melakukan survei di beberapa lokasi BTS yang ada di kota kupang. Pada tahap awal, dilakukan survey lokasi BTS Indosat. Data lokasi kemudian dimasukkan ke aplikasi *arcgis* (gambar 1).

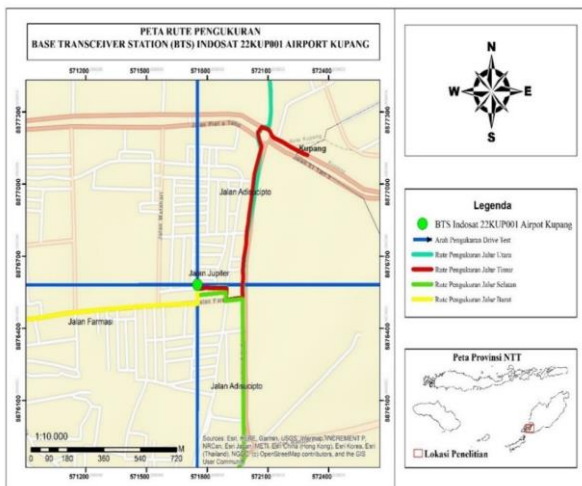


Gambar 1. Peta Sebaran BTS Indosat di Kota Kupang

Berdasarkan hasil survey, terdapat 10 BTS Indosat di wilayah Kota Kupang dan telah melayani jaringan 4G-LTE yang tersebar di daerah – daerah seperti Oebobo, Kelapa Lima, Oepura, Naikolan, Airport Kupang, Parpostel, Jalan Tim-Tim, Oesapa, Perumnas dan Oebufu Permai. Pada umumnya, lokasi BTS tersebut dibangun di area pemukiman yang padat penduduk seperti perkantoran, pertokoan, sekolah, dan perumahan yang memudahkan pengguna jaringan indosat untuk mengakses layanan baik komunikasi suara maupun data.

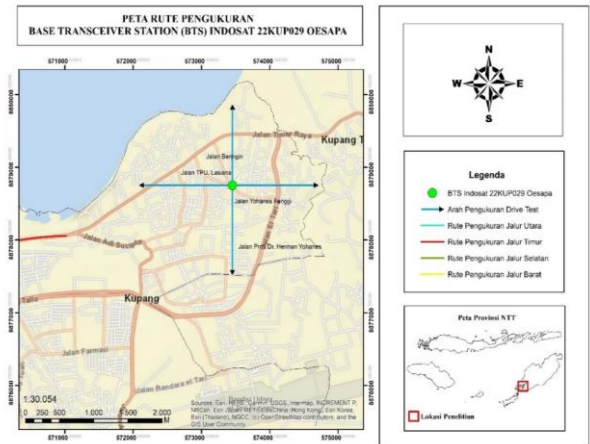
Selanjutnya rute *drive test* ditentukan mengacu pada letak setiap BTS. Dari lokasi BTS tersebut diukur kualitas jaringan 4G-LTE berdasarkan empat arah mata angin yakni utara, timur, selatan, dan barat atau sesuai dengan rute jalan yang tersedia yang dapat dilewati saat proses pengukuran (*drive test*) berlangsung. Jarak pengukuran yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0 – 2 km dari lokasi BTS yang menjadi titik acuan atau sebanyak 20 titik pengukuran dengan jarak setiap titik pengukuran adalah 100 meter. Parameter yang diukur adalah RSRP, RSRQ, SINR dan *throughput*.

Berikut ini merupakan contoh gambar rute pengukuran kualitas jaringan 4G-LTE di BTS Indosat 22KUP001 Airport Kupang dan BTS Indosat 22KUP029 Oesapa.



Gambar 2. Peta Rute dan Jarak Pengukuran pada BTS Indosat 22KUP001

Base Transceiver Station (BTS) Indosat 22KUP001 Airport Kupang terletak di Jl. Farmasi Penfui dan secara geografis terletak pada koordinat 10°9'43.93" S dan 123°39'18.03" E. Pengukuran kualitas jaringan 4G-LTE pada titik ini berdasarkan empat arah mata angin yakni utara, timur, selatan dan barat.



Gambar 3. Peta Rute dan Jarak Pengukuran pada BTS Indosat 22KUP029

Base Transceiver Station (BTS) Indosat 22KUP029 Oesapa terletak di Jl. Yohanes Faggi Lasiana dan secara geografis terletak pada koordinat 10°8'33.10" S dan 123°40'13.80" E. Pengukuran kualitas jaringan 4G-LTE pada titik ini berdasarkan empat arah mata angin yakni utara, timur, selatan dan barat.

Adapun jumlah titik pengukuran secara keseluruhan parameter RSRP, RSRQ, SINR dan *throughput* untuk menentukan kualitas jaringan 4G-LTE provider Indosat di Wilayah Kota Kupang yaitu 730 titik dengan rincian tiap BTS dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Jumlah Titik Pengukuran Tiap BTS

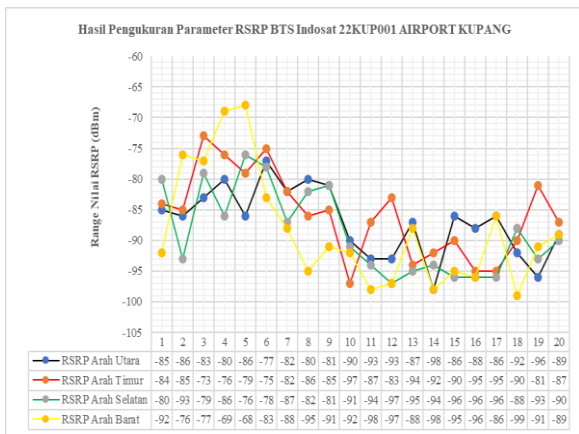
No	BTS Indosat	Jumlah Arah	Jumlah Titik
1.	22KUP001	4	80
2.	22KUP029	4	80
3.	22KUP006	3	60
4.	22KUP003	4	80
5.	22KPG001	4	80
6.	22KPG002	4	80
7.	22KPG007	4	65
8.	22KUP034	4	65
9.	22KPG003	4	80
10.	22KPG006	3	60
JUMLAH			730

Pada tiap arah diambil titik pengukuran dengan radius 0-2 km atau 20 titik pengukuran dengan jarak tiap titik adalah 100 m. Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini adalah hanphone seluler Xiaomi Redmi Note 5 berbasis *android* (yang didalamnya sudah terinstal aplikasi *G-Net Track Lite*, *nPerf*, GPS dan Sim Card Indosat) dan laptop Lenovo Idepad 320-14ISK yang sudah terinstal aplikasi *Arcgis* yang akan digunakan untuk pemetaan hasil pengukuran *drive test*. Hasil

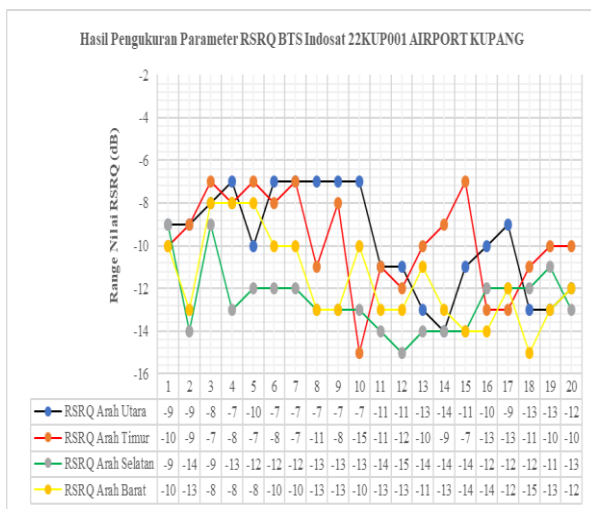
pengukuran *drive test* yang diperoleh menggunakan aplikasi *G-net track Lite* dan *nPerf* akan dianalisis dan ditampilkan dalam bentuk pola penyebaran kualitas jaringan menggunakan *arcgis*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

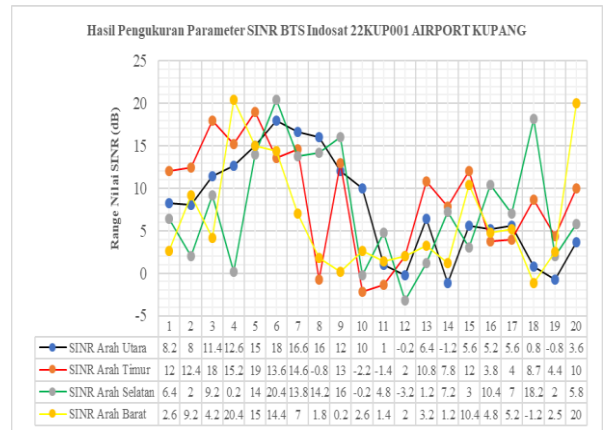
Hasil pengukuran parameter RSRP, RSRQ, SINR dan *throughput* dari setiap BTS Indosat di wilayah Kota Kupang dapat dilihat pada beberapa contoh gambar grafik berikut.



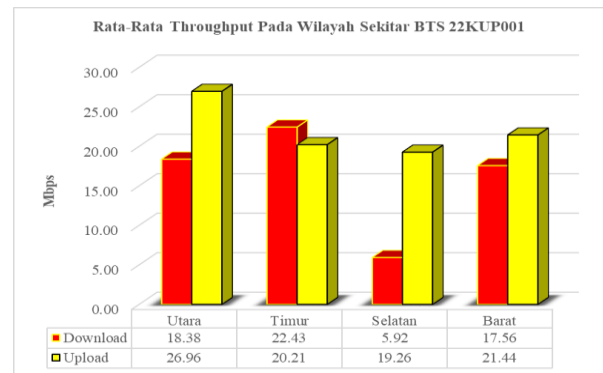
Gambar 4. Hasil Pengukuran Parameter RSRQ BTS 22KUP001



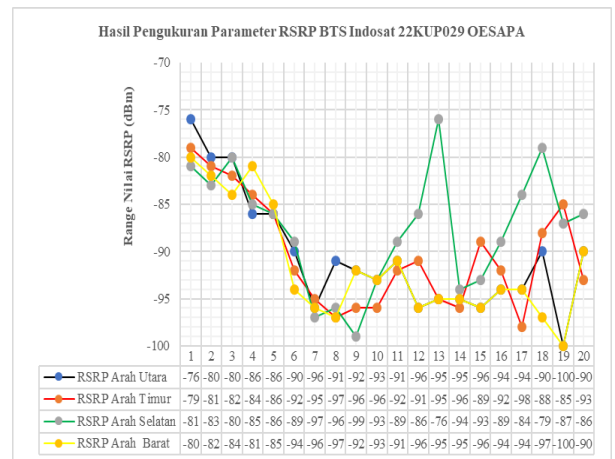
Gambar 5. Hasil Pengukuran Parameter RSRQ BTS 22KUP001



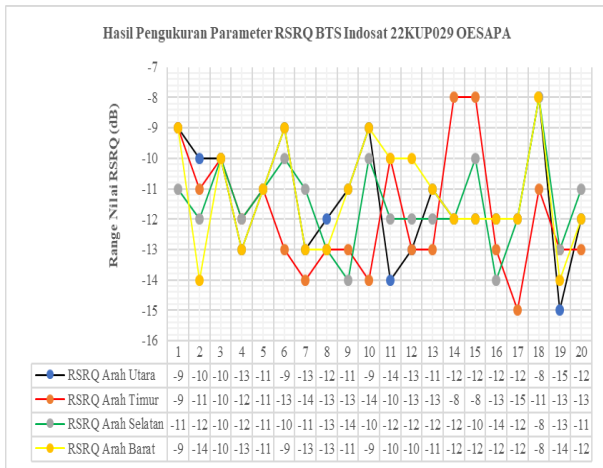
Gambar 6. Hasil Pengukuran Parameter SINR BTS 22KUP001



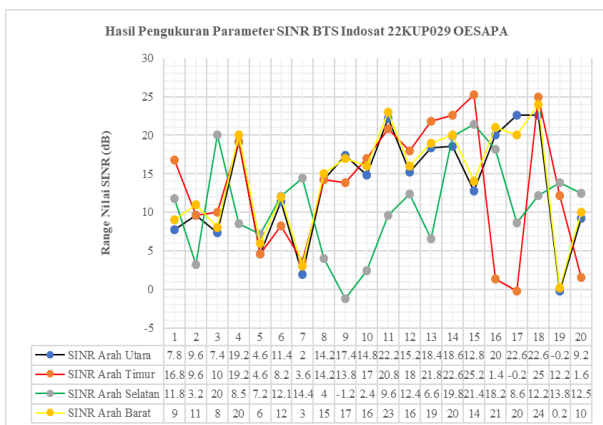
Gambar 7. Hasil Pengukuran Parameter Throughput BTS 22KUP001



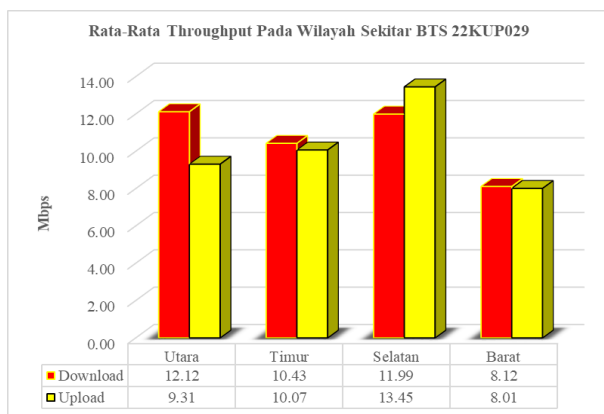
Gambar 8. Hasil Pengukuran Parameter RSRP BTS 22KUP029



Gambar 9. Hasil Pengukuran Parameter RSRQ BTS 22KUP029



Gambar 10. Hasil Pengukuran Parameter SINR BTS 22KUP029



Gambar 11. Hasil Pengukuran Parameter Throughput BTS 22KUP029

Berdasarkan contoh gambar grafik hasil pengukuran kualitas jaringan 4G-LTE di beberapa lokasi BTS Indosat di Kota Kupang, terlihat bahwa level RSRP, RSRQ, SINR dan throughput yang diterima oleh MS bervariasi. Hal ini dikarenakan pada jarak pengukuran tersebut

terdapat halangan (*obstacle*) berupa pepohonan, area pertokoan dan bukit serta adanya perubahan cell id.

Hasil pengukuran yang didapat kemudian diklasifikasikan berdasarkan kategori sinyal menurut tabel 2 sampai 5 kedalam dua bagian. Pertama, klasifikasi berdasarkan kategori sinyal di setiap lokasi BTS Indosat di wilayah Kota Kupang. Kedua, klasifikasi berdasarkan kategori sinyal secara umum di wilayah provider Indosat Kupang.

Tabel 2. Standar Nilai RSRP[10]

No	Range Nilai RSRP (dBm)	Kategori
1.	≥ -80	Sangat Bagus
2.	-81 sampai -90	Bagus
3.	-91 sampai -100	Normal
4.	-101 sampai -120	Buruk
5.	< -120	Sangat Buruk

Tabel 3. Standar Nilai RSRQ[10]

No	Range Nilai RSRQ (dB)	Kategori
1.	> -9	Sangat Bagus
2.	-9 dan -10	Bagus
3.	-11 sampai -15	Normal
4.	-16 sampai -19	Buruk
5.	≤ -20	Sangat Buruk

Tabel 4. Standar Nilai SINR[10]

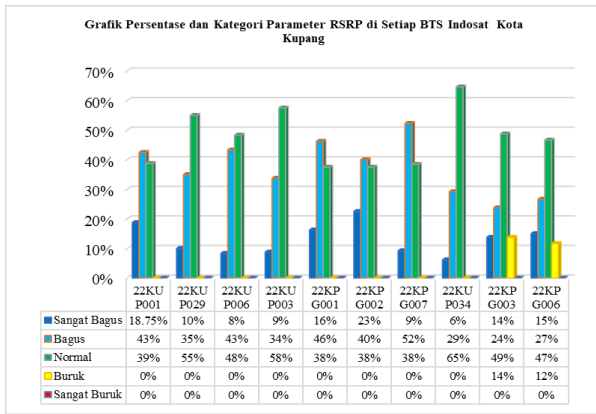
No	Range Nilai SINR (dB)	Kategori
1.	15 sampai 30	Sangat Bagus
2.	0 sampai 14	Bagus
3.	-1 sampai -5	Normal
4.	-6 sampai -11	Buruk
5.	-12 sampai -20	Sangat Buruk

Tabel 5. Standar Kecepatan Data (4G-LTE) di Indonesia[10]

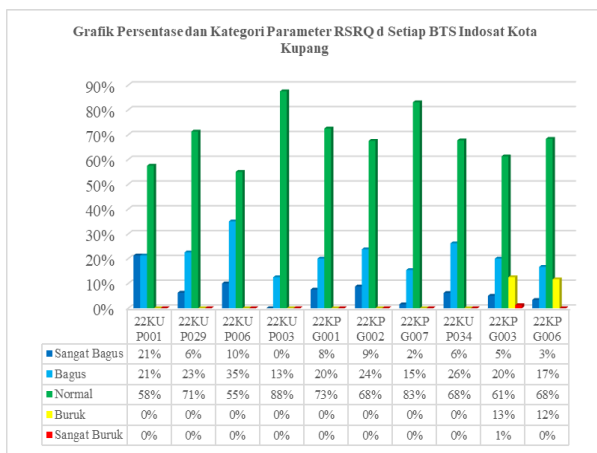
Tipe Jaringan	Throughput	
	Download	Upload
4G-LTE	50 Mbps	100 Mbps

3.1 Klasifikasi Berdasarkan Kategori Sinyal di Setiap Lokasi BTS Indosat Kupang

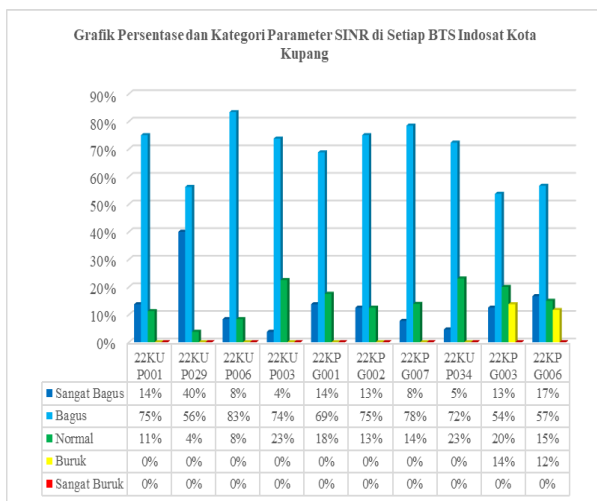
Analisis parameter RSRP, RSRQ, SINR dan klasifikasi yang dilakukan berdasarkan data hasil pengukuran di setiap lokasi BTS Indosat Kupang dapat dilihat pada gambar 12 sampai gambar 15.



Gambar 12. Grafik Persentase dan Kategori Parameter RSRP di Setiap BTS Indosat Kota Kupang



Gambar 13. Grafik Persentase dan Kategori Parameter RSRQ di Setiap BTS Indosat Kota Kupang

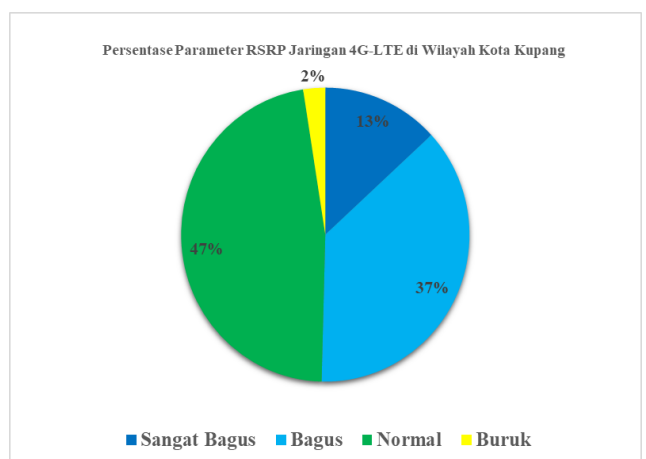


Gambar 14. Grafik Persentase dan Kategori Parameter SINR di Setiap BTS Indosat Kota Kupang

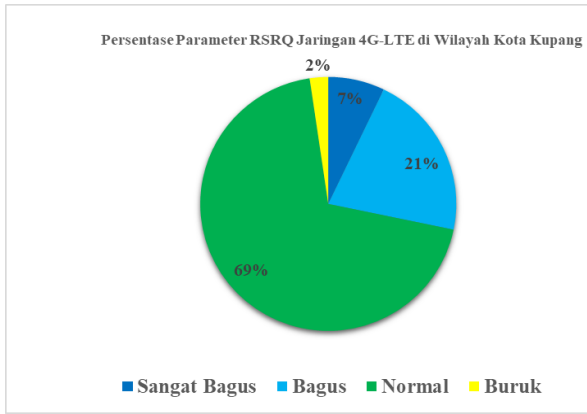
Berdasarkan grafik pada gambar 12 sampai 14 dapat dijelaskan bahwa rata-rata kualitas jaringan 4G-LTE provider Indosat di Wilayah Kota Kupang yang di wakili oleh parameter RSRP, RSRQ dan SINR sudah dalam kategori sangat bagus, bagus dan normal dengan persentase yang sangat bervariasi untuk setiap titik pengukuran, namun masih ada daerah yang memiliki kualitas jaringan buruk dan sangat buruk yaitu daerah di sekitar BTS 22KPG003 Oepura dan BTS 22KPG006 Naikolan. Adapun persentase untuk kualitas jaringan buruk yang diwakili oleh parameter RSRP dan SINR di daerah sekitar BTS 22KPG003 Opéra yaitu 14% dan di daerah sekitar BTS 22KPG006 Naikolan yaitu 12%. Sementara itu untuk parameter RSRQ persentase untuk kualitas jaringan buruk di daerah sekitar BTS 22KPG003 Oepura 13% dan di daerah sekitar BTS 22KPG006 Naikolan yaitu 12%. Persentase kualitas jaringan sangat buruk yaitu 1% berada di daerah sekitar BTS 22KPG003 Oepura untuk parameter RSRQ.

3.2 Klasifikasi Berdasarkan Kategori Sinyal Secara Umum di Wilayah Indosat Kupang

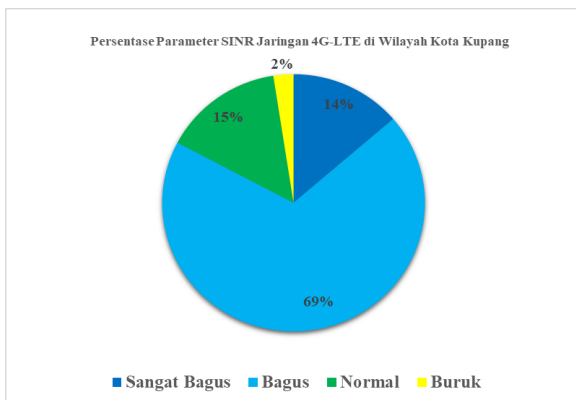
Klasifikasi dan persentase kualitas jaringan 4G-LTE provider Indosat di Wilayah Kota Kupang yang diwakili oleh parameter RSRP, RSRQ dan SINR secara umum dapat di plot dalam diagram seperti pada gambar 15 sampai 17 di bawah ini:



Gambar 15. Persentase Parameter RSRP Jaringan 4G-LTE Secara Umum di Wilayah Kota Kupang



Gambar 16. Persentase Parameter RSRQ Jaringan 4G-LTE Secara Umum di Wilayah Kota Kupang



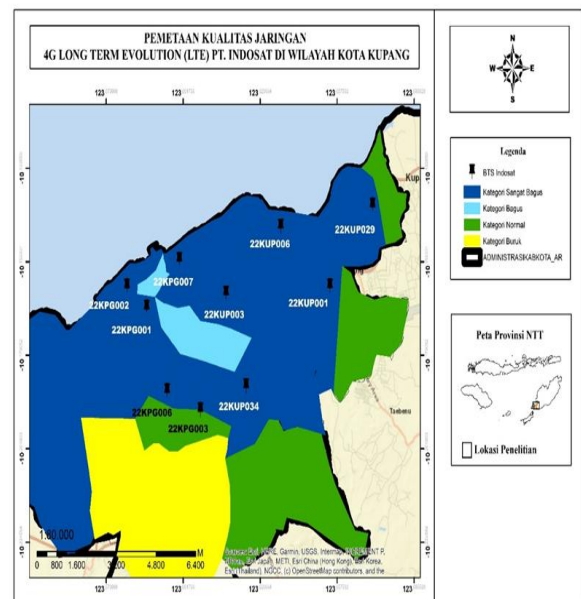
Gambar 17. Persentase Parameter SINR Jaringan 4G-LTE Secara Umum di Wilayah Kota Kupang

Berdasarkan grafik pada gambar 15 sampai 17 di atas dapat dijelaskan bahwa pengukuran kualitas jaringan 4G-LTE yang diwakili oleh parameter RSRP, RSRQ dan SINR provider Indosat di Wilayah Kota Kupang berjumlah 730 titik, dimana titik dengan kategori RSRP sangat bagus berjumlah 96 titik dengan persentase 13%, titik dengan kategori RSRP bagus berjumlah 272 titik dengan persentase 37%, titik dengan kategori RSRP normal berjumlah 344 titik dengan persentase 47%, titik dengan kategori RSRP buruk berjumlah 18 titik dengan persentase 2%. Untuk parameter RSRQ kategori sangat bagus berjumlah 52 titik dengan persentase 7%, kategori bagus berjumlah 154 titik dengan persentase 21%, kategori normal berjumlah 506 titik dengan persentase 69%, kategori buruk berjumlah 17 titik dengan persentase 2%. Sedangkan untuk parameter SINR kategori sangat bagus berjumlah 100 titik dengan persentase 14%, kategori bagus berjumlah 504 titik dengan persentase 69%,

kategori normal berjumlah 108 titik dengan persentase 15%, kategori buruk berjumlah 18 titik dengan persentase 2%. Hasil penelitian menggunakan telepon Xiaomi ini bukan hasil yang mutlak karena sensitivitas antena penerima daya sinyal setiap telepon berbeda-beda. Hasil penelitian dengan jenis telepon yang lain bisa saja berbeda walaupun tidak signifikan.

Sementara itu untuk parameter *throughput*, hasil analisis data dan klasifikasi menunjukkan rata-rata *throughput* secara keseluruhan di wilayah Kota Kupang yaitu *download* 9,57 Mbps dan *upload* 15,39 Mbps, hal ini menunjukkan bahwa kualitas kecepatan data atau *throughput* PT. Indosat di wilayah Kota Kupang masih sangat rendah, dimana berdasarkan standar rata-rata *throughput* 4G di Indonesia untuk *download* yaitu 100 Mbps dan *upload* 75 Mbps. Adapun kecepatan akses data atau *throughput* khususnya pada perangkat bergerak (MS) dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi geografis lokasi *Mobile Station* (MS), keberadaan antena, jarak dari BTS ke MS, kondisi cuaca, keadaan diam maupun bergerak, dan bandwidth yang terbagi-bagi. Selain itu, nilai *throughput* juga dipengaruhi oleh kondisi jaringan dimana jika jaringannya bagus maka *throughput* juga bagus, begitupun sebaliknya. Sebab, secara teoretis, nilai *throughput* diukur berdasarkan jumlah data yang dikirim dibagi dengan waktu pengiriman data [3].

Selanjutnya kualitas jaringan yang sudah diklasifikasikan tersebut dipetakan seperti gambar 18.



Gambar 18. Pemetaan Kualitas Jaringan 4G-LTE provider Indosat di Wilayah Kota Kupang

Berdasarkan gambar 18 diatas dapat dijelaskan bahwa warna biru tua merupakan kategori kualitas jaringan sangat bagus, warna biru muda merupakan kategori kualitas jaringan bagus, warna hijau merupakan kategori kualitas jaringan normal, dan warna kuning merupakan kategori kualitas jaringan buruk.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan 4G-LTE provider Indosat di wilayah Kota Kupang yang diwakili oleh parameter RSRP, RSRQ, SINR dan *throughput* sudah bagus namun belum merata secara keseluruhan, karena masih ada titik-titik yang memiliki kualitas jaringan dengan kategori buruk, dimana titik-titik tersebut berada di sekitar daerah layanan BTS 22KPG003 Oepura (Arah Selatan) dan BTS 22KPG006 Naikolan (Arah Selatan). Hal ini disebabkan letak daerah-daerah tersebut yang jauh dari BTS, dan adanya halangan (*obstacle*) berupa area pertokoan dan pepohonan, kondisi jalan yang tidak rata serta adanya perubahan *cell id*. Oleh karena itu pada daerah tersebut perlu adanya penambahan BTS dan melakukan teknik optimasi lainnya seperti *tilting* antena sehingga mampu meningkatkan Kinerja jaringan 4G-LTE yang memudahkan masyarakat atau pengguna layanan untuk melakukan komunikasi baik suara maupun data lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Osseiran, Ed., *5g Mobile And Wireless Communications Technology*. United Kingdom: New York: Cambridge University Press, 2016.
- [2] A. Kukushkin, *Introduction To Mobile Network Engineering: Gsm, 3g-Wcdma, Lte And The Road To 5g*. Hoboken, Nj: John Wiley & Sons, 2018.
- [3] I. Larasati, "Optimasi Jaringan Lte Di Area Cigadung Bandung Lte Network Optimization In Cigadung Bandung Area," P. 8.
- [4] A. L. Imoize And O. D. Adegbite, "Measurements-Based Performance Analysis Of A 4g Lte Network In And Around Shopping Malls And Campus Environments In Lagos Nigeria," Vol. 14, P. 19.
- [5] R. F. Simarmata And D. A. Fahmi, "Analisis Kinerja Teknik Carrier Aggregation Tdd-Fdd Di Lte- Advanced Dengan Skenario Inter-Band Carrier Aggregation," P. 9.
- [6] F. Karo Karo, E. S. Nugraha, And F. N. Gustiyana, "Analisis Hasil Pengukuran Kinerja Jaringan 4g Lte 1800 Mhz Di Area Sokaraja Tengah Kota Purwokerto Menggunakan Genex Asistant Versi 3.18," *Aiti*, Vol. 16, No. 2, Pp. 115–124, Jun. 2020, Doi: 10.24246/ Aiti. V16i2.115-124.
- [7] Y. Rahmaddian And Y. Huda, "Analisis Kinerja Jaringan 4g Lte Di Gedung Itl Ft Unp Kampus Air Tawar Barat," *Voteteknika Vocat. Tek. Elektron. Dan Inform.*, Vol. 7, No. 4, P. 40, Jan.2020, Doi:10.24036/Voteteknika.V7i4.106379.
- [8] W. E. Setyawan, F. Imansyah, J. Marpaung, And R. R. Yacoub, "Analisis Kinerja Jaringan 4g Lte Operator Hut Chison 3 Di Rumah Sakit Umum Universitas Tanjung Pura Pontianak," P. 10.
- [9] V. S. Kusumo, P. K. Sudiarta, And I. P. Ardana, "Analisis Kinerja Dan Optimalisasi Coverage Layanan Lte Telkomsel Di Denpasar Bali," Vol. 2, No. 3, P. 7, 2015.
- [10] E. P. Laksana And E. J. A. Restu, "Optimasi Jaringan Lte Menggunakan Metode Electrical Tilt Di Karet Kuningan," *Techno.Com*, Vol. 19, No. 4, Pp. 397–410, Nov. 2020, Doi: 10.33633/Tc.V19i4.3730.