

ANALISIS PENGUKURAN PERFORMANSI JARINGAN 4G LTE PADA AREA LAHAN KERING KEPULAUAN (STUDI KASUS DI WILAYAH AMARASI, KEC. TTS, NTT)

Clarita E. Kebos¹, Beby H.A. Manafe², Kalvein Rantelobo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto Penfui Kupang
Email: clarstakebos@gmail.com, bebymanafe@staf.undana.ac.id, kalvein@staf.undana.ac.id

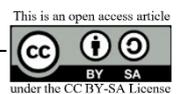
Info Artikel

Histori Artikel:
Diterima Sep 15, 2022
Direvisi Sep 25, 2022
Disetujui Okt 27, 2022

ABSTRACT

This work takes samples and case studies in the Amarasi area, Kec. TTS, Prov. NTT; because there is still little literature and research conducted in rural areas, especially in the dry land of Semi-arid areas. Therefore, this study analyzes the measurement of the performance of the 4G LTE network, both voice and data communication, carried out in two different conditions, namely outdoor and indoor based on four parameters, namely RSRP, RSRQ, SNR and Throughput. The results of this study in outdoor conditions, the percentage of the RSRP category is very good 10% and very bad 1%. The percentage of the RSRQ category is very good 32%, and bad 1%. The percentage of SNR category is very good 19%, and bad 1%. The average for throughput is 15.81 Mbps download and 18.41 Mbps upload which is good for Kotabes, Tunbaun and Nonbes villages. The measurement results in indoor conditions, the percentage of the RSRP category is very good 4%, and bad 24%. The percentage of the RSRQ category is very good 18%, and bad 1%. The percentage of SNR category is very good 23%, and bad 1%. The average throughput is 8.79 Mbps download and 11.57 Mbps upload; namely in the villages of Teunbaun, Tunbaun and Aprein. The results of the analysis show that the 4G LTE network has good and promising performance. These results can be used as recommendations to vendors in planning and developing 4G LTE networks in the dry land area.

Keywords: 4G LTE; Drive Test; Walk Test; Dryland Semi-arid Area



ABSTRAK

Penelitian ini mengambil sample dan studi kasus di wilayah Amarasi, Kec. TTS, Prov. NTT; dilakukan karena masih sedikit literature dan penelitian yang dilakukan pada daerah pedesaan khususnya wilayah lahan kering kepulauan. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis pengukuran performansi jaringan 4G LTE baik komunikasi suara maupun data yang dilakukan dalam dua kondisi berbeda yaitu secara outdoor dan indoor berdasarkan empat parameter yaitu RSRP, RSRQ, SNR dan Throughput. Hasil penelitian ini pada kondisi outdoor, Presentase kategori RSRP sangat bagus 10% dan sangat buruk 1%. Presentase kategori RSRQ sangat bagus 32%, dan buruk 1%. Presentase kategori SNR sangat bagus 19%, dan buruk 1%. Rata-rata untuk throughput yaitu download 15,81 Mbps dan upload 18,41 Mbps yang bagus yaitu desa Kotabes, Tunbaun dan Nonbes. Hasil pengukuran pada kondisi indoor, Presentase kategori RSRP sangat bagus 4%, dan buruk 24%. Presentase kategori RSRQ sangat bagus 18%, dan buruk 1%. Presentase kategori SNR sangat bagus 23%, dan buruk 1%. Rata-rata pada throughput yaitu download 8,79 Mbps dan upload 11,57 Mbps; yaitu di desa Teunbaun, Tunbaun dan Aprein. Hasil analisis menunjukkan jaringan 4G LTE memiliki performansi yang baik dan menjanjikan untuk dijadikan rekomendasi kepada vendor dalam perencanaan dan pengembangan jaringan 4G LTE di wilayah lahan kering kepulauan.

Kata Kunci: 4G LTE; Drive Test; Walk Test; Lahan Kering Kepulauan

Penulis Korespondensi:

Kalvein Rantelobo,
Program Studi Teknik Elektro,
Universitas Nusa Cendana,
Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang,
kalvein@staf.undana.ac.id.



1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sangat pesat seiring dengan berjalannya waktu, dan secara tidak langsung membuat manusia harus beradaptasi dengan keadaan tersebut. Salah satunya adalah teknologi telekomunikasi yang saat ini menjadi salah satu komponen penting yang dibutuhkan oleh sebagian besar manusia. Perangkat telekomunikasi inilah yang memiliki tugas untuk menghubungkan pengguna (*user*) yang satu dengan yang lainnya secara berjauhan ataupun berdekatan baik langsung maupun tidak langsung [1]. Salah satu sistem telekomunikasi yang sering digunakan ialah telepon seluler.

Dalam sistem telepon seluler terdapat sistem telekomunikasi yang terbagi menjadi komunikasi suara dan komunikasi data. Banyak perkembangan telah terjadi pada kedua jenis komunikasi ini. Mulai dari teknologi 1G hingga 4G yaitu teknologi LTE. LTE (*Long Term Evolution*) disebut sebagai generasi ke empat karena merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3,5G). LTE memiliki kemampuan dalam kecepatan transfer data hingga mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink*. Sehingga LTE dapat memberikan kapasitas dan layanan yang lebih besar kepada pengguna khususnya pengguna operator salah satu vendor [2].

Namun berdasarkan pengamatan, layanan 4G LTE tidak dirasakan oleh semua pengguna operator tersebut, khususnya masyarakat yang ada di wilayah pedesaan karena kualitas jaringan di wilayah perkotaan rata-rata lebih baik dari pada kualitas jaringan di wilayah pedesaan. Hal ini memberikan kesenjangan informasi terutama di wilayah Timur Indonesia. Kondisi ini seharusnya tidak boleh terjadi dan dibiarkan tanpa mengusulkan sebuah pemecahan atau solusi jalan keluar. Berbagai solusi yang ditawarkan harus berdasarkan data-data hasil analisis di lapangan seperti yang diusulkan dan dilakukan dalam penelitian ini.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui performansi kualitas jaringan 4G LTE pada daerah pedesaan (pedesterial) lahan kering kepulauan dimana sample dan studi kasus di wilayah Amarasi Kecamatan Timur Tengah Selatan, Propinsi NTT. Hasil penelitian ini memberikan gambaran tentang kualitas dan ketersediaan jaringan 4G LTE di wilayah lahan kering kepulauan.

Penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan performansi kualitas jaringan 4G LTE. Pertama, penelitian tentang Analisis Pengukuran Performansi Jaringan 4G LTE salah satu vendor dalam Event

Game Mobile Legends: Bang-Bang di Pontianak. Penelitian ini dilakukan dengan metode *drive test* [3]. Kedua, penelitian tentang Analisis Kualitas Sinyal pada Jaringan Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Data Drive Test Cluster, namun pada penelitian ini hanya menggunakan dua parameter sebagai tolak ukur pengukuran yaitu parameter SINR dan RSRQ [4]. Ketiga, penelitian tentang Analisis Performansi Jaringan dan Kualitas Jaringan 4G LTE Salah satu vendor di Area Fakultas Teknik UNTAN Pontianak, penelitian ini dilakukan dalam gedung Fakultas Teknik dengan metode *walk test* dan parameter yang digunakan dalam pengukuran yaitu parameter RSRP, RSRQ dan SNR [5]. Pada [6 dan [7] juga, menunjukkan bahwa penelitian sejenis yang dilakukan pada area lahan kering masih sangat sedikit dan terbatas pada skema-skema yang umum. Sedangkan pada [8] dan [9], dilakukan dengan skema yang melibatkan komunitas sosial yang ada di daerah pedesaan.

Kontribusi dari penelitian ini adalah dalam perencanaan dan pengembangan jaringan 4G LTE di wilayah lahan kering kepulauan sehingga diharapkan mempersempit kesenjangan informasi dengan wilayah lainnya di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di 10 desa yang tersebar di tiga kecamatan yang ada di wilayah Amarasi, Kec. TTS, Prop. NTT. Waktu penelitian dimulai dari awal Juli 2021 sampai akhir November 2021.

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah jenis penelitian yang digunakan untuk memecahkan atau menjawab permasalahan dengan mengumpulkan data, klasifikasi, analisis, kesimpulan dan laporan yang di sajikan dalam bentuk tabel, grafik, diagram, pikogram, perhitungan modus, median, mean, standar deviasi, dan perhitungan **Presentase**. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *drive test* dan *walk test*. Drive test merupakan metode pengukuran pada sistem komunikasi bergerak yang bertujuan untuk mengumpulkan data hasil pengukuran kualitas sinyal suatu jaringan dari arah BTS ke MS atau sebaliknya secara riil di lapangan [3]. Sedangkan walk test adalah suatu istilah yang dipakai dalam dunia telekomunikasi karena dalam pekerjaannya kita berada didalam ruangan (indoor) yang diam lalu berjalan dan diam lagi sesuai dengan kebutuhan tertentu.

Proses dan Tahapan Penelitian, adalah sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan persiapan, antara lain: alat dan bahan untuk melakukan pengukuran yaitu telepon seluler yang sudah di instal aplikasi *G-Net Track Lite* dan *nPerf*, kartu SIM Salah satu vendor, dan *power bank*. Kemudian dilakukan survey dan penentuan rute pengukuran *drive test* dan *walk test*.

2. Tahap Pelaksanaan

Pada tahap ini, dilakukan pengukuran drive test terlebih dahulu yang dimulai dari BTS 1 hingga BTS 10. Pengukuran dilakukan pada 2 arah berbeda yaitu arah yang akses jalannya dapat dilalui kendaraan roda 4, dengan jarak 2-kilometer yang terbagi menjadi 10 titik pengukuran dengan jarak tiap titik yaitu 200 meter dan aplikasi pengukuran yang dipakai yaitu *G-Net Track Lite* dan *nPerf*. Kemudian dilanjutkan dengan pengukuran walk test, dimana diambil sampel pengukuran yaitu 50% jumlah rumah di desa berdirinya BTS yang di dalamnya terdapat pengguna Salah satu vendor, menggunakan handphone berbasis android dan bisa mengakses internet [10].

3. Tahap Analisis Data

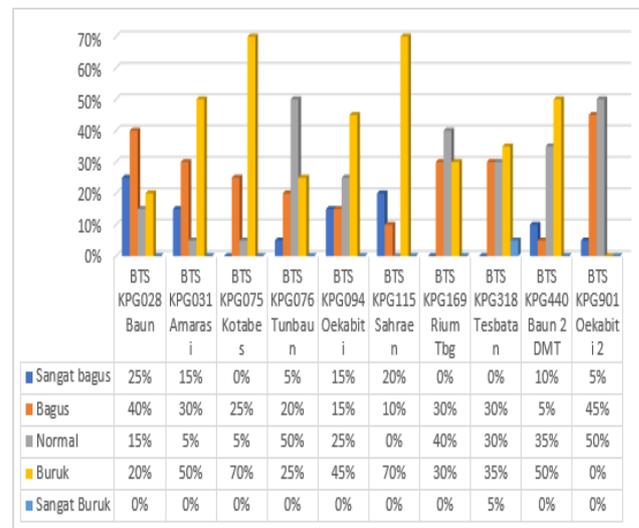
Setelah dilakukan pengukuran pada dua kondisi berbeda yaitu outdoor (*drive test*) dan indoor (*walk test*) maka hasil pengukuran dikumpulkan dan di

analisis dengan melakukan perbandingan dengan standar tiap parameter yaitu parameter RSRP, RSRQ, SNR dan *Throughput* lalu hasil akhir ditampilkan dalam bentuk peta sebaran kualitas jaringan 4G LTE di wilayah Amarasi.

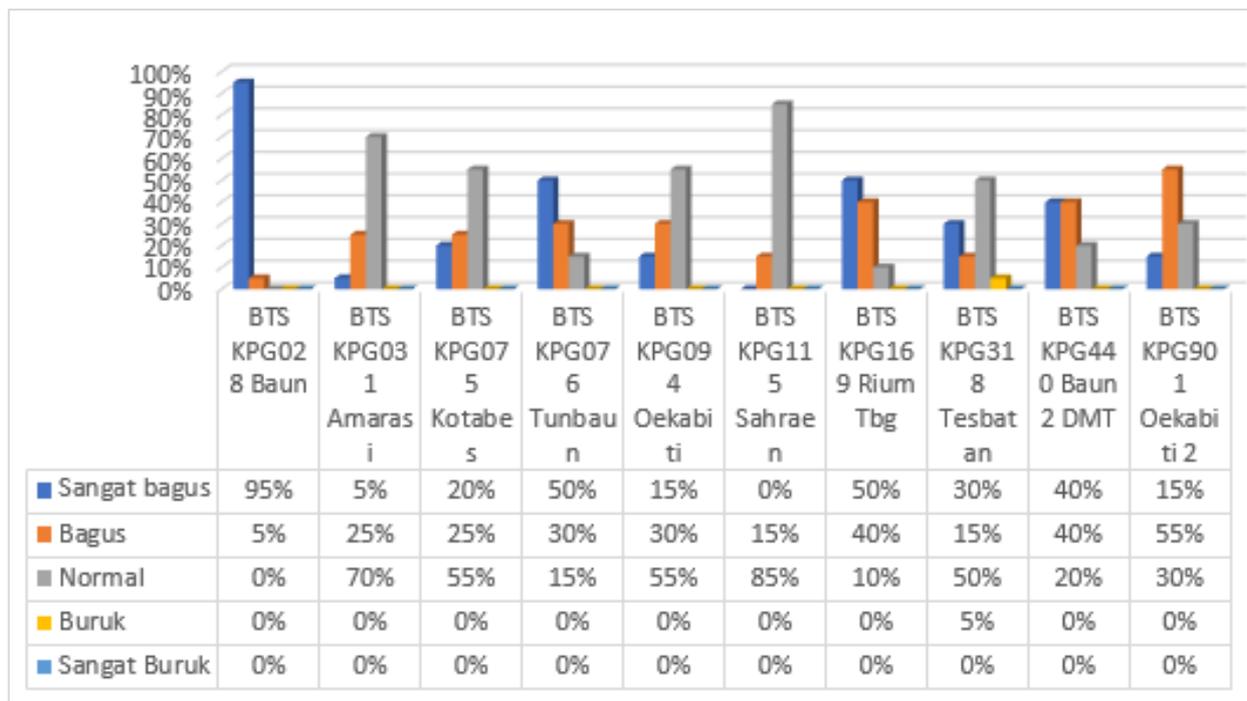
3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

3.1 Data Hasil Penelitian

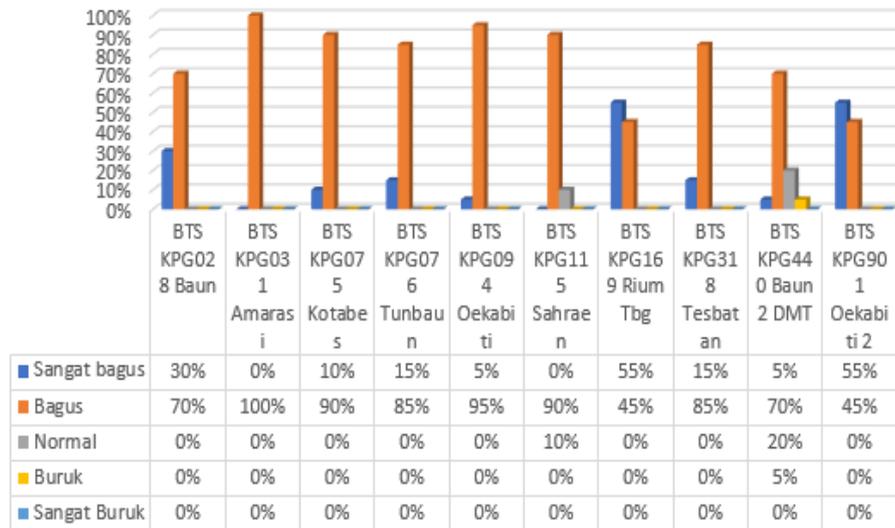
3.1.1 Hasil Pengukuran Drive Test pada Kondisi Outdoor.



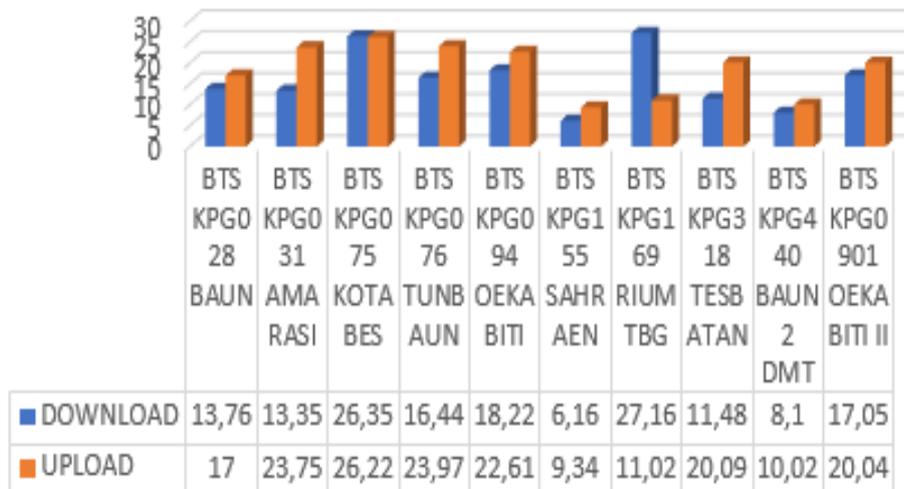
Gambar 1 Grafik Persentase dan Kategori Parameter RSRP di wilayah Amarasi



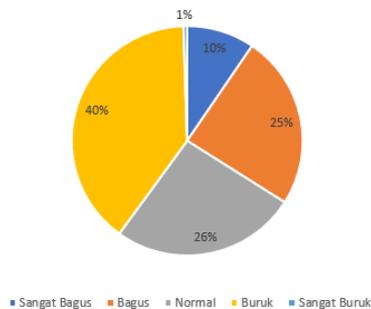
Gambar 2 Grafik Persentase dan Kategori Parameter RSRQ di wilayah Amarasi



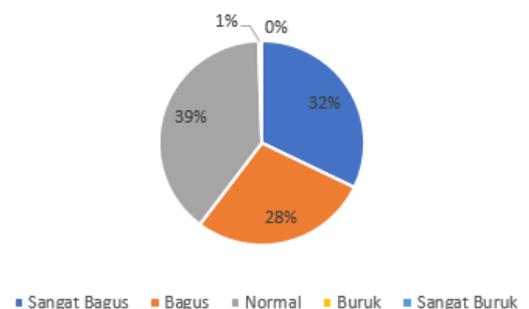
Gambar 3 Grafik Persentase dan Kategori Parameter SNR di wilayah Amarasi



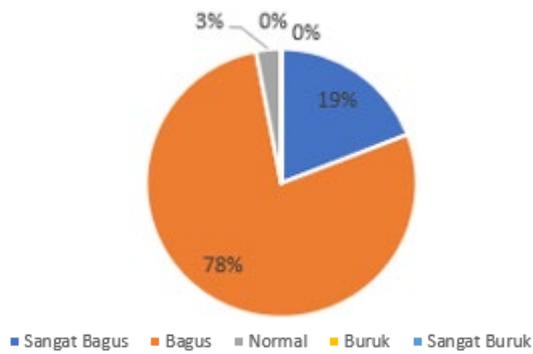
Gambar 4 Grafik Persentase dan Kategori Parameter Throughput di wilayah Amarasi



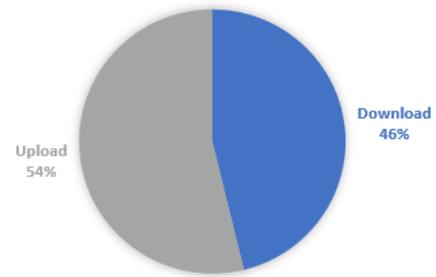
Gambar 5 Persentase Parameter RSRP Jaringan 4G LTE di wilayah Amarasi



Gambar 6 Persentase Parameter RSRQ Jaringan 4G LTE di wilayah Amarasi

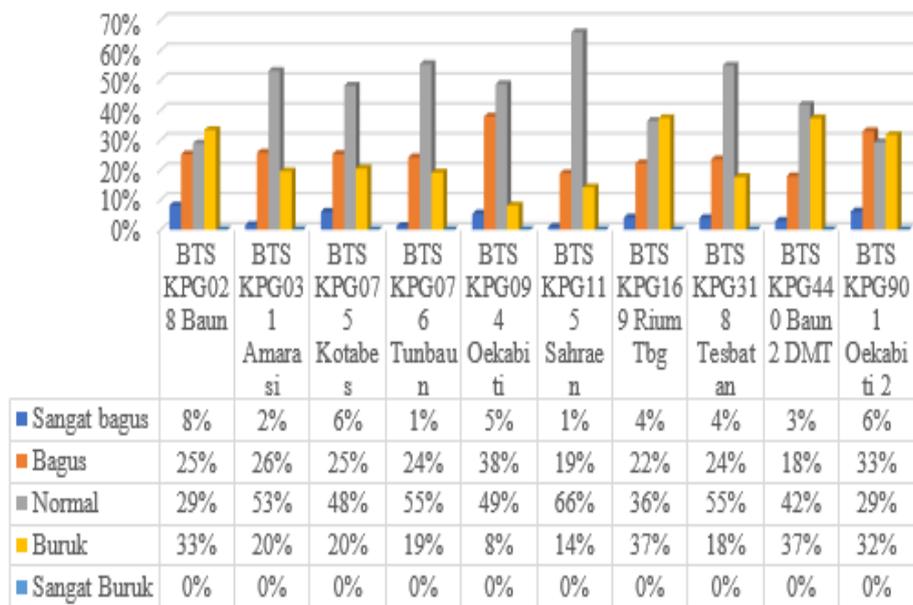


Gambar 7 Persentase Parameter SNR Jaringan 4G LTE di wilayah Amarasi

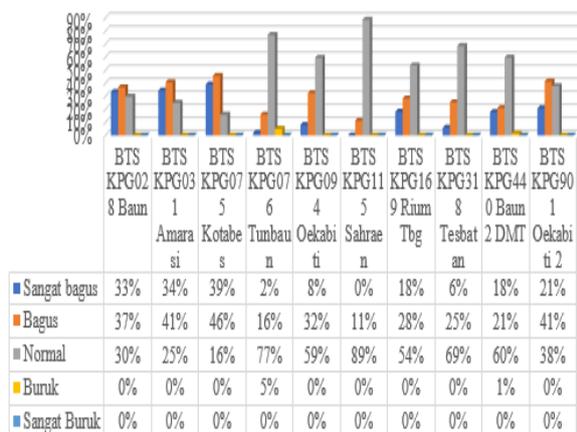


Gambar 8 Persentase Parameter *Throughput* Jaringan 4G LTE di wilayah Amarasi.

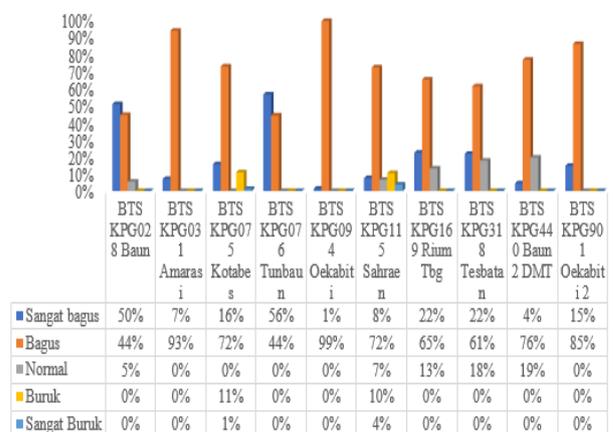
3.1.2 Hasil Pengukuran Walk Test pada Kondisi Indoor



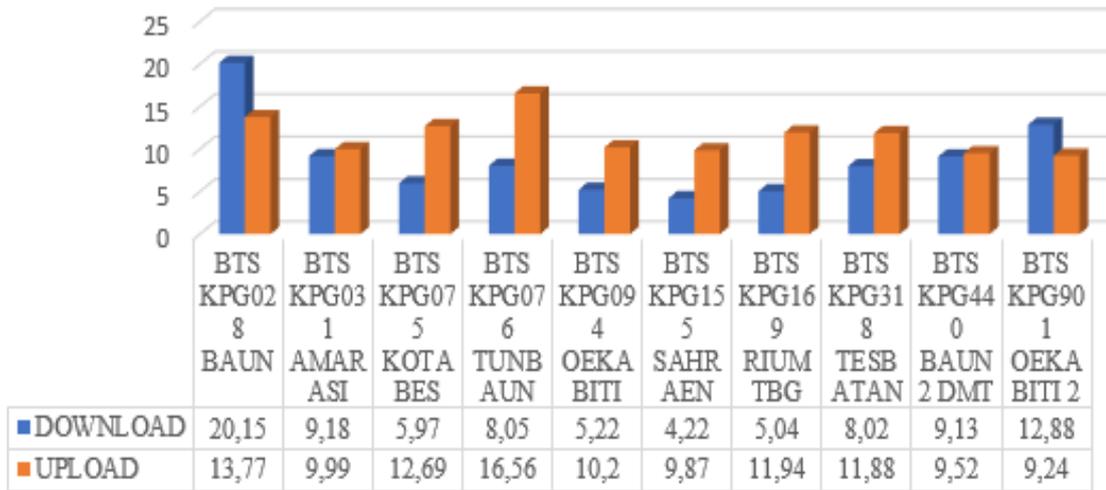
Gambar 9 Grafik Persentase dan Kategori Parameter RSRP di wilayah Amarasi



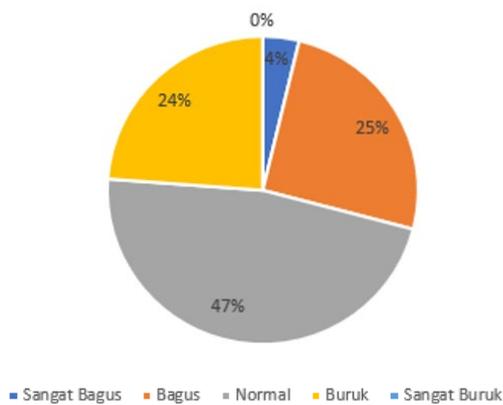
Gambar 10 Grafik Persentase dan Kategori Parameter RSRQ di wilayah Amarasi



Gambar 11 Grafik Persentase dan Kategori Parameter SNR di wilayah Amarasi

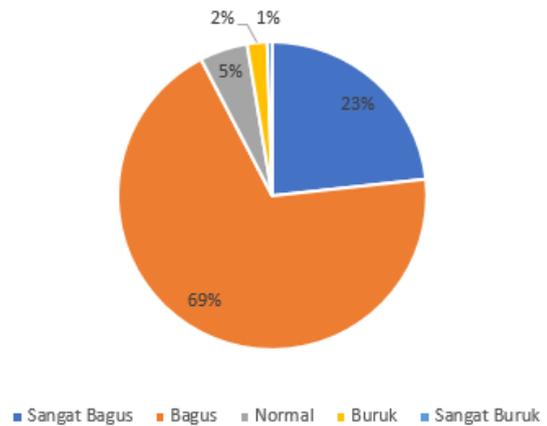


Gambar 12 Grafik Persentase dan Kategori Parameter Throughput di wilayah Amarasi



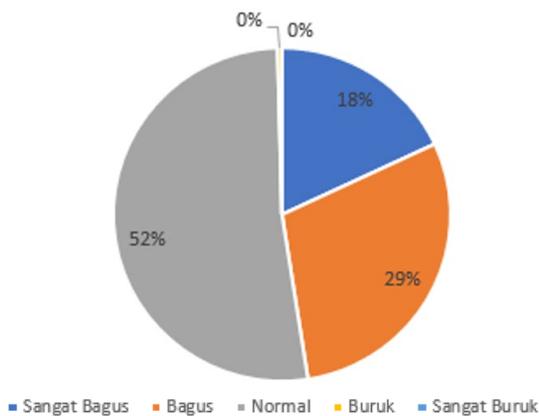
■ Sangat Bagus ■ Bagus ■ Normal ■ Buruk ■ Sangat Buruk

Gambar 13 Persentase Parameter RSRP Jaringan 4G LTE di wilayah Amarasi



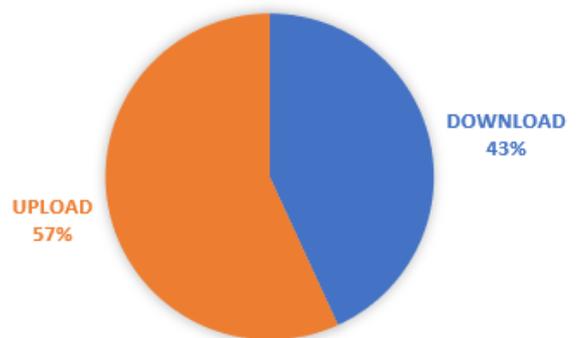
■ Sangat Bagus ■ Bagus ■ Normal ■ Buruk ■ Sangat Buruk

Gambar 15 Persentase Parameter SNR Jaringan 4G LTE di wilayah Amarasi



■ Sangat Bagus ■ Bagus ■ Normal ■ Buruk ■ Sangat Buruk

Gambar 14 Persentase Parameter RSRQ Jaringan 4G LTE di wilayah Amarasi



Gambar 16 Persentase Parameter Throughput Jaringan 4G LTE di wilayah Amarasi

3.2 Pembahasan

3.2.1 Kondisi Outdoor

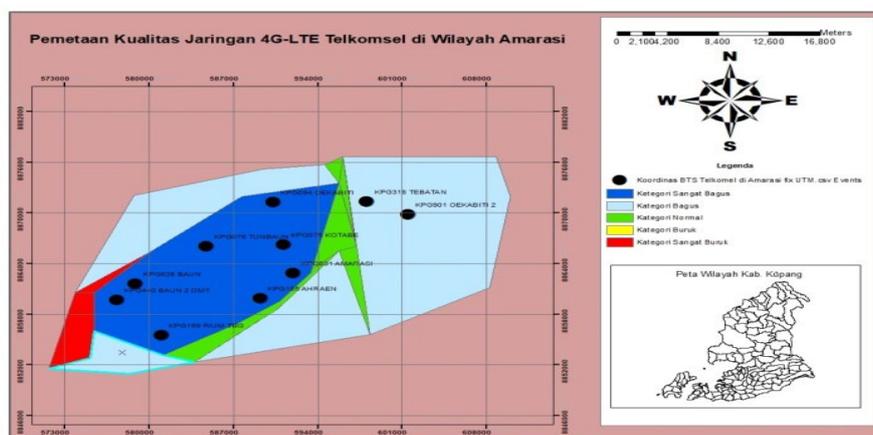
Berdasarkan grafik pada gambar 1 sampai gambar 4 di atas, dapat dijelaskan bahwa rata-rata kualitas jaringan 4G-LTE adalah satu vendor di wilayah Amarasi untuk komunikasi suara yang di wakili oleh parameter RSRP, RSRQ dan SNR sudah dalam kategori sangat bagus, bagus dan normal dengan Presentase yang sangat bervariasi untuk setiap titik pengukuran, namun masih ada daerah yang memiliki kualitas jaringan buruk dan sangat buruk yaitu daerah di sekitar BTS KPG155 Sahraen, BTS KPG318 Tesbatan, dan BTS KPG440 Baun 2 Dmt. Adapun Presentase untuk kualitas jaringan sangat buruk yang diwakili oleh parameter RSRP di daerah sekitar BTS KPG318 Tesbatan yaitu 5% dan untuk kualitas jaringan buruk di daerah sekitar BTS KPG075 Kotabes dan BTS KPG155 Sahraen yaitu 70%. Sementara itu untuk parameter RSRQ Presentase untuk kualitas jaringan buruk di daerah sekitar BTS KPG318 Tesbatan 5%. Presentase kualitas jaringan buruk pada parameter SNR berada di daerah sekitar BTS KPG440 Baun 2 Dmt yaitu 5%.

Sedangkan untuk komunikasi data, yang diwakili oleh parameter *throughput*, diambil rata-rata dari hasil pengukuran di wilayah sekitar BTS seperti pada gambar 12, Dari hasil pengukuran tersebut, maka didapatkan nilai rata-rata *download* dan *upload* yang memiliki nilai maksimum di wilayah pengukuran yang berbeda-beda, yaitu nilai maksimum *download* berada pada wilayah pengukuran pada BTS KPG169 Rium Tbg desa Merbaun, Kecamatan Amarasi Barat. Sedangkan nilai maksimum *upload* berada pada wilayah pengukuran pada BTS KPG075 Kotabes kelurahan Kotabes, Kecamatan Amarasi.

Berdasarkan diagram pada gambar 13 sampai 16 di atas dapat dijelaskan bahwa pengukuran kualitas

jaringan 4G-LTE *provider* Salah satu vendor di Wilayah Amarasi berjumlah 200 titik, dimana untuk komunikasi suara 4G-LTE titik dengan kategori RSRP sangat bagus berjumlah 19 titik dengan presentase 10%, titik dengan kategori RSRP bagus berjumlah 49 titik dengan presentase 25%, titik dengan kategori RSRP normal berjumlah 52 titik dengan presentase 26%, titik dengan kategori RSRP buruk berjumlah 79 titik dengan presentase 40% dan titik dengan kategori RSRP sangat buruk berjumlah 1 titik dengan presentase 1%. Untuk parameter RSRQ kategori sangat bagus berjumlah 65 titik dengan presentase 33%, kategori bagus berjumlah 56 titik dengan presentase 28%, kategori normal berjumlah 78 titik dengan presentase 39%, kategori buruk berjumlah 1 titik dengan presentase 1% dan titik dengan kategori RSRQ sangat buruk berjumlah 0 titik dengan Presentase 0%. Sedangkan untuk parameter SNR kategori sangat bagus berjumlah 38 titik dengan presentase 19%, kategori bagus berjumlah 155 titik dengan presentase 78%, kategori normal berjumlah 6 titik dengan presentase 3%, kategori buruk berjumlah 1 titik dengan presentase 1%. Dan Presentase sangat buruk berjumlah 0 titik dengan persentase 0%.

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa kualitas kecepatan data *throughput* PT. Salah satu vendor di wilayah Amarasi, maka diperoleh rata-rata *throughput* secara keseluruhan di wilayah Amarasi yaitu *download* 15,81 Mbps dan *upload* 18,41 Mbps dengan total 34,22 Mbps. Hal ini menunjukkan kualitas kecepatan data atau *throughput* PT. Salah satu vendor di wilayah Amarasi masih sangat rendah dimana berdasarkan standar rata-rata *throughput* 4G di Indonesia untuk *download* yaitu 100 Mbps dan untuk *upload* 75 Mbps.



Gambar 17 Pemetaan Kualitas Jaringan 4G-LTE Salah satu vendor pada kondisi Outdoor di Wilayah Amarasi

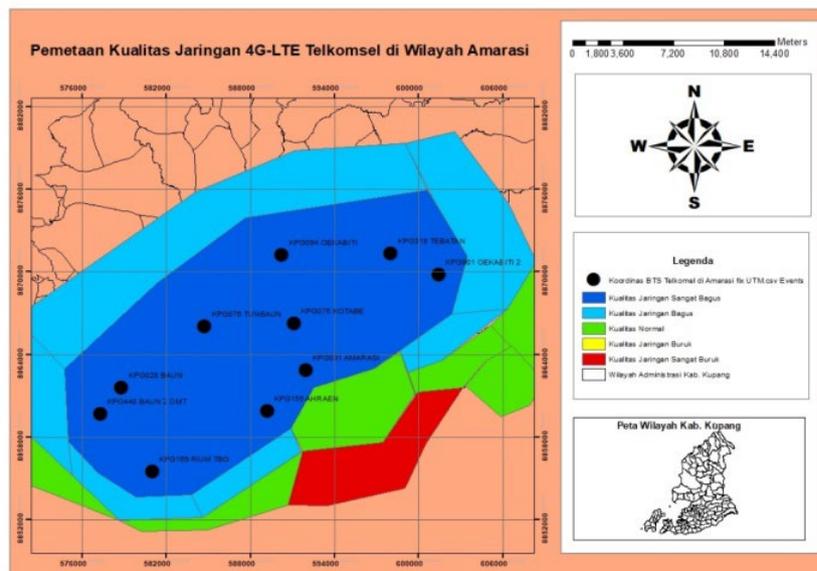
Berdasarkan gambar 17, diatas dapat dijelaskan bahwa warna biru tua merupakan kategori kualitas jaringan sangat bagus, warna biru muda merupakan kategori kualitas jaringan bagus, warna hijau merupakan kategori kualitas jaringan normal, dan warna kuning merupakan kategori kualitas jaringan buruk. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas jaringan 4G-LTE *provider* Salah satu vendor di wilayah Amarasi untuk komunikasi suara 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 KPG440 Baun 2 Dtm Hal ini disebabkan letak daerah-daerah tersebut yang jauh dari BTS, adanya halangan (*obstacle*), kondisi jalan menurun dan juga merupakan daerah lembah yang tidak tercover oleh jaringan.

3.2.2 Kondisi Indoor

Berdasarkan grafik pada gambar 4.27 sampai 4.30 di atas dapat dijelaskan bahwa pengukuran kualitas jaringan 4G-LTE *provider* Salah satu vendor di Wilayah Amarasi berjumlah 958 titik, dimana untuk komunikasi suara 4G-LTE titik dengan kategori RSRP sangat bagus berjumlah 36 titik dengan presentase 4%, titik dengan kategori RSRP bagus berjumlah 242 titik dengan presentase 25%, titik dengan kategori RSRP normal berjumlah 452 titik dengan presentase 47%, titik dengan kategori RSRP

buruk berjumlah 228 titik dengan presentase 24% dan titik dengan kategori RSRP sangat buruk berjumlah 0 titik dengan presentase 0%. Untuk parameter RSRQ kategori sangat bagus berjumlah 172 titik dengan presentase 18%, kategori bagus berjumlah 281 titik dengan presentase 29%, kategori normal berjumlah 496 titik dengan presentase 52%, kategori buruk berjumlah 9 titik dengan presentase 1% dan titik dengan kategori RSRQ sangat buruk berjumlah 0 titik dengan Presentase 0%. Sedangkan untuk parameter SNR kategori sangat bagus berjumlah 223 titik dengan presentase 23%, kategori bagus berjumlah 662 titik dengan presentase 69%, kategori normal berjumlah 48 titik dengan presentase 5%, kategori buruk berjumlah 20 titik dengan presentase 2%.

Sedangkan untuk komunikasi data 4G LTE, berdasarkan hasil pengukuran yang didapat, maka rata-rata *throughput* yang terukur pada 958 titik pengukuran dengan titik acuan dari masing-masing BTS yang ada di wilayah Amarasi yaitu *download* 8,79 Mbps dan *upload* 11,57 Mbps. Hal ini menunjukkan kualitas kecepatan data atau *throughput* PT. Salah satu vendor di wilayah Amarasi pada kondisi *indoor* masih sangat rendah dimana berdasarkan standar rata-rata *throughput* 4G di Indonesia untuk *download* yaitu 100 Mbps dan *upload* untuk 75 Mbps.



Gambar 17 Pemetaan Kualitas Jaringan 4G-LTE Salah satu vendor pada kondisi *Indoor* di Wilayah Amarasi

Berdasarkan gambar 4.31 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. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas jaringan 4G-LTE *provider* Salah satu vendor di wilayah Amarasi untuk komunikasi suara pada kondisi *indoor* sudah bagus namun belum merata

secara keseluruhan, karena masih ada titik-titik yang memiliki kualitas jaringan dengan kategori sangat buruk, dimana titik-titik tersebut berada di sekitar daerah layanan BTS KPG155 Sahraen. Hal ini disebabkan letak daerah-daerah tersebut yang jauh dari BTS, adanya halangan (*obstacle*), kondisi jalan yang menurun, dan juga merupakan daerah lembah yang tidak tercover oleh jaringan.

4. KESIMPULAN

1. Pengukuran *Outdoor*, Jumlah titik pengukuran kualitas jaringan 4G-LTE *provider* Salah satu vendor di Wilayah Amarasi secara keseluruhan pada kondisi *outdoor* berjumlah 200 titik dan tersebar di 10 lokasi BTS Salah satu vendor yang berbeda. Untuk komunikasi suara 4G-LTE titik dengan kategori RSRP sangat bagus berjumlah 19 titik dengan presentase 10%, dan RSRP sangat buruk berjumlah 1 titik dengan presentase 1%. Untuk parameter RSRQ kategori sangat bagus berjumlah 64 titik dengan presentase 32%, kategori buruk berjumlah 1 titik dengan presentase 1%. Sedangkan untuk parameter SNR kategori sangat bagus berjumlah 38 titik dengan presentase 19%, kategori buruk berjumlah 1 titik dengan presentase 1%. Untuk komunikasi data 4G-LTE rata-rata *throughput* secara keseluruhan di wilayah Amarasi yaitu *download* 15,81 Mbps dan *upload* 18,41 Mbps, dimana daerah dengan kualitas kecepatan data bagus yaitu daerah sekitar Kotabes, Tunbaun, dan Nonbes, sedangkan untuk daerah lainnya kualitas kecepatan data *throughput* masih dalam kategori normal, dan untuk daerah bagian selatan Sahraen dan Nekbaun merupakan daerah dengan kualitas kecepatan data *throughput* buruk.
2. Pengukuran *Indoor*, Jumlah titik pengukuran kualitas jaringan 4G-LTE *provider* Salah satu vendor di Wilayah Amarasi secara keseluruhan berjumlah 958 titik dan tersebar di 10 lokasi BTS Salah satu vendor yang berbeda. Untuk komunikasi suara 4G-LTE titik dengan kategori RSRP sangat bagus berjumlah 36 titik dengan presentase 4%, dengan kategori RSRP buruk berjumlah 228 titik dengan presentase 24%. Untuk parameter RSRQ kategori sangat bagus berjumlah 172 titik dengan presentase 18%, kategori buruk berjumlah 9 titik dengan presentase 1%. Sedangkan untuk parameter SNR kategori sangat bagus berjumlah 223 titik dengan presentase 23%, kategori buruk berjumlah 5 titik dengan presentase 1%. Untuk komunikasi data 4G-LTE rata-rata *throughput* secara keseluruhan di wilayah Amarasi yaitu *download* 8,79 Mbps dan *upload* 11,57 Mbps, dimana daerah dengan kualitas kecepatan data

bagus yaitu daerah sekitar Desa Teunbaun, Tunbaun, dan Aprein, sedangkan untuk daerah lainnya kualitas kecepatan data *throughput* masih dalam kategori normal, dan untuk daerah sekitar Desa Sahraen dan Merbaun merupakan daerah dengan kualitas kecepatan data *throughput* buruk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Usman K. Uke, Prihatmoko G. Hendraningrat, D. K. Purwanto, *Fundamental Teknologi Seluler LTE*, Bandung: Rekayasa Sains, 2012.
- [2] Huda, Miftahul, M. KOM. 2011. "Open System Interconnection". *Edisi Pertama: Lapisan Fisik*.
- [3] Vera Desi Ramadianty, Dasril, Fitri Imansyah, "Analisis Pengukuran Performansi Jaringan 4G LTE Telkomsel dalam Event Game Mobile Legends: Bang-Bang Di Pontianak," *Jurnal Teknik Elektro Univ. Tanjung pura*, Vol.2, No. 1, 2019.
- [4] Gede Sukadarmika, Pande Ketut Sudiarta, "Analisis Kualitas Sinyal Pada Jaringan Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Data Drive Test Cluster. *Jurnal Spektrum*," Vol. 6 No. (1), pp. 2684-9186, 2019.
- [5] Jalaludin, Fitri Imansyah, F. Trias Pontia W, "Analisis Performansi Jaringan Dan Kualitas Sinyal 4G LTE Telkomsel di Area Fakultas Teknik Untan Pontianak," *Jurnal Teknik Elektro Univ. Tanjung pura*, Vol. 2, No. 1, 2020.
- [6] Sudeep Tanwar, Halim Khujamatov, Bairam Turumbetov, Ernazar Reypnazarov, Zamira Allamuratova, "Designing and Calculating Bandwidth of the LTE Network for Rural Areas," *IJASEIT*, Vol.12, No. 2, ISSN: 2088-5334, 2022.
- [7] Sheng Liu, Weidong Xiang, M. Xavier Punitha, "An Empirical Study on Performance of DSRC and LTE-4G for Vehicular," *Communications 2018 IEEE 88th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall)*, 2018.
- [8] Raynell A. Inojosa, Philip A. Martinez, Ramon Vann Cleff, B. Raro, Riza Carmela M. Pineda, "Towards the Development and Deployment of Community LTE Networks in Rural Areas," *2022 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT)*, 2022.
- [9] Calvin Artemies G. Hilario, Mary Claire Barela, Mar Francis D. De Guzman, Rizza T. Loquias, "LokaLTE: 600 MHz Community LTE Networks for Rural Areas in the Philippines," *2020 IEEE Global Huma-*

nitarian Technology Conference (GHTC),
2020.

- [10] Cox, Christopher. 2014. *“An Introduction to LTE”*. *Second Edition*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ.[14]
Clint Smith, P.E. & Curt Gervelis. 1996. *“Cellular System Design and Optimization”*. McGraw-Hill.