

ANALISIS PERFORMA DAN OPTIMASI JARINGAN LONG TERM EVOLUTION (LTE) 2300 MHZ DENGAN METODE DRIVE TEST MENGGUNAKAN NEMO HANDY DI JALAN TODDOPULI RAYA TIMUR

Aidin Masaddang¹

¹Politeknik Negeri Ujung Pandang

aidinmasaddang@gmail.com

ABSTRACT; *This study analyzes the "Performance and Optimization of the Long Term Evolution (LTE) 2300 MHz Network" managed by the cellular operator Telkomsel in the area of Jalan Toddopuli Raya Timur, Makassar. This thesis departs from the discovery that the 4G network in that location is not working optimally, where users often face problems related to poor data signal quality and low throughput speeds, even though the signal strength indicator (RSRP) generally shows quite good values. The goal is to find out the causes of the performance decline and implement optimization solutions to improve network quality to meet the established Key Performance Indicator (KPI) standards. At the beginning of the study, field testing was conducted using the Drive Test method using Nemo Handy software to collect network performance data directly. From the initial measurements carried out, it was found that key parameters, especially the Average SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio), which is an important indicator for data signal quality, only reached 6 dB. This figure is much lower than the operator's KPI target which requires more than 10 dB. This low signal quality directly impacted data transfer speeds (throughput), which only averaged 8,966 Mbps. Further analysis revealed that the primary cause of the performance degradation was signal overshoot, where signals from sites extending beyond their target area interfere with signals from nearby sites.*

Keywords: *LTE 2300 MHz, Drive Test, Network Optimization, SINR, RSRP Throughput.*

ABSTRAK; Penelitian ini melakukan analisis terhadap "Performa dan Optimasi Jaringan Long Term Evolution (LTE) 2300 MHz" yang dikelola oleh operator seluler Telkomsel di area Jalan Toddopuli Raya Timur, Makassar. Skripsi ini berangkat dari penemuan bahwa jaringan 4G di lokasi tersebut tidak bekerja secara optimal, di mana pengguna sering menghadapi masalah terkait kualitas sinyal data yang buruk dan kecepatan throughput yang rendah, meskipun indikator kekuatan sinyal (RSRP) umumnya menunjukkan nilai yang cukup baik. Tujuannya adalah untuk mengetahui penyebab penurunan performa dan menerapkan solusi optimasi guna meningkatkan kualitas jaringan agar sesuai dengan standar Key Performance Indicator (KPI) yang telah ditetapkan. pada

awal penelitian, dilakukan pengujian lapangan dengan metode Drive Test menggunakan software Nemo Handy untuk mengumpulkan data kinerja jaringan secara langsung. Dari pengukuran awal yang dilakukan, diketahui bahwa parameter kunci, terutama Average SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio), yang merupakan indikator penting untuk kualitas sinyal data, hanya mencapai 6 dB. Angka ini jauh lebih rendah dibandingkan target KPI operator yang mensyaratkan lebih dari 10 dB. Kualitas sinyal yang rendah ini berpengaruh langsung pada kecepatan transfer data (throughput), yang hanya rata-rata mencapai 8.966 Mbps. Analisis yang lebih mendalam menemukan bahwa penyebab utama penurunan performa adalah sinyal overshoot, yaitu sinyal dari site yang menjangkau daerah lebih jauh dari target dan mengganggu sinyal dari site terdekat.

Kata Kunci: LTE 2300 MHz, Drive Test, Optimasi Jaringan, SINR, Throughput RSRP.

PENDAHULUAN

Jaringan LTE (Long Term Evolution) di Toddopuli Raya Timur menghadapi beberapa tantangan seperti meningkatnya penggunaan data dan rendahnya jangkauan. Operator harus mencari strategi untuk meningkatkan kinerja tanpa menambah site pada wilayah Toddopuli Raya Timur yang mengalami permasalahan.

Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran di lapangan untuk menilai kualitas layanan jaringan LTE di daerah Toddopuli Raya Timur. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengevaluasi parameter kinerja jaringan. Metode yang diterapkan adalah drive test, yang merupakan pengukuran kualitas sinyal menggunakan alat uji khusus yang merekam parameter penting seperti Reference Signal Received Power (RSRP), Signal to Interference and Noise Ratio (SINR), dan Throughput. Hasil dari pengukuran ini memberikan gambaran nyata mengenai kondisi jaringan serta membantu dalam menemukan masalah yang ada.

Nemo Handy merupakan perangkat lunak untuk pengujian jaringan seluler yang dipasang di smartphone tertentu dan digunakan dalam pengujian berkendaraan. Perangkat ini mampu merekam data secara real-time, termasuk RSRP, SINR, dan Throughput, dan juga dapat menampilkan kinerja jaringan langsung dari lokasi.

Penelitian sebelumnya telah membahas tentang perencanaan optimasi jaringan LTE pada frekuensi 1800 MHz. Proses optimasi ini melibatkan perubahan jenis modulasi yang

digunakan, di mana perbedaan dalam pemanfaatan teknik modulasi mempengaruhi nilai SINR (Signal To Interference Noise Ratio) dengan metode propagasi COST-231 Hatta.

Studi sebelumnya fokus pada analisa kinerja jaringan 4G yang diperoleh lewat metode Drive Test. Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data kualitas jaringan secara nyata lapangan dengan parameter yang diukur ialah RSRP dan RSRQ. Pengukuran jaringan 4G Telkomsel menunjukkan nilai RSRP sebesar - 83,48 dBm dan RSRQ -11,18 dB.

Pengukuran awal di Toddopuli Raya Timur menunjukkan bahwa nilai rata- rata RSRP untuk cluster Toddopuli adalah -93 dBm, di atas target KPI. Namun, nilai rata-rata SINR hanya 6 dB, di bawah target KPI. Rata-rata Throughput adalah 8,966 Mbps. Jaringan LTE 2300 MHz di area Toddopuli Raya Timur ini perlu perbaikan untuk stabilitas yang lebih baik.

Beberapa kendala seperti kecepatan rendah di kota Makassar ternyata dipengaruhi oleh RSRP (Reference Signal Received Power) dan SINR (Signal To Interference Noise Ratio) yang buruk, berdampak negatif pada Throughput. Nilai rata-rata RSRP di jalan Toddopuli Raya Timur adalah -93 dBm, dengan target KPI (Key Performance Indicator) >-95 dBm. Untuk SINR, rata-rata berada di 6 dB dan target KPI >10 dB, sementara nilai rata-rata Throughput tercatat 8,966 Mbps [berdasarkan data dari kantor] . Karena RSRP, SINR, dan Throughput masih berada di bawah standar KPI, perlu dilakukan optimasimenggunakanmetode drive test melalui Nemo Handy. Optimasi dengan metode ini adalah pilihan utama dalam mengatasi masalah jaringan, karena drive test memungkinkan pengumpulan data real-time di lapangan, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat.

Salah satu metode untuk mengevaluasi apakah jaringan di jalan Toddopuli Raya Timur baik atau tidak adalah dengan melakukan pemeriksaan kinerja jaringan melalui Drive Test.

RSRP, atau Daya Sinyal Referensi yang Diterima, merupakan parameter kunci dalam teknologi jaringan 4G-LTE dan digunakan untuk menilai seberapa kuat sinyal yang diterima oleh perangkat pengguna dari Base Transceiver Station.

SINR berfungsi untuk menilai kualitas sinyal dengan membandingkan kekuatan sinyal yang diterima dengan keseluruhan gangguan dan noise yang ada di jaringan radio. Semakin tinggi nilai SINR, semakin baik kualitas koneksi tersebut, karena menunjukkan bahwa sinyal yang diterima lebih kuat daripada gangguan atau noise.

Kesimpulannya, kinerja jaringan LTE 2300 MHz milik Telkomsel di area Toddopuli Raya Timur menunjukkan adanya masalah seperti lemahnya RSRP, rendahnya SINR serta nilai Throughput yang tidak sesuai dengan standar Key Performance Indicator. Hal ini berdampak langsung pada pengalaman layanan data yang dialami oleh pengguna. Oleh sebab itu, perlu dilakukan optimasi jaringan yang efektif menggunakan metode Drive Test dengan perangkat Nemo Handy untuk mendapatkan data lapangan secara langsung, menganalisis penyebab masalah kinerja, dan menerapkan solusi yang tepat tanpa membangun site baru.

Nilai RSRP, SINR, dan Throughput yang tidak memenuhi standar KPI sangat mempengaruhi kinerja jaringan, terutama pada kecepatan rendah di sisi pengguna, sehingga penelitian diperlukan untuk menangani masalah yang ada di lapangan. Penelitian ini ditulis dengan judul: "Analisis Performa dan Optimasi Jaringan Long Term Evolution (LTE) 2300 MHz Menggunakan Metode Drive Test dengan Nemo Handy di Jalan Toddopuli Raya Timur. "

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Teknologi Long Term Evolution (LTE)

Kemajuan dalam teknologi seluler yang dikenal sebagai generasi keempat, yaitu 4G LTE, atau Long Term Evolution, merupakan hasil dari pengembangan generasi sebelumnya, yaitu 3G. Ini adalah sebuah proyek yang mencakup kemajuan dari 3GPP, atau Third Generation Partnership Project, sekaligus memberikan nama pada LTE. 3GPP telah menciptakan versi terbaru dari LTE yang dikenal sebagai LTE-Advanced, berdasarkan standar dari ITU, atau International Telecommunication Union, dalam proses pengembangan teknologi seluler generasi keempat. Selain itu, LTE sering disebut sebagai generasi awal dari teknologi keempat.

Tahun 1980-an menandai kemunculan jaringan 1G – telepon seluler analog berukuran besar pertama yang dirancang khusus untuk panggilan suara. Tahun 1990-an menandai diperkenalkannya jaringan 2G, yang menawarkan layanan internet GPRS dan EDGE, serta kemampuan SMS dan MMS yang meningkatkan kejernihan suara. Tahun 2000-an menghadirkan 3G dan ponsel pintar, yang menuntut permintaan data berkecepatan tinggi untuk internet dan media sosial. Jaringan 4G pada tahun 2010-an menawarkan kecepatan

tinggi untuk streaming langsung dan bermain game. Saat ini, 5G menawarkan koneksi yang sangat cepat dan mendukung teknologi masa depan seperti VR, AR, dan cloud gaming.

Perkembangan teknologi seluler 2G hingga 4G LTE, yang menunjukkan peningkatan besar dalam kecepatan dan kemampuannya. Dengan 2G, kecepatan yang ditawarkan kurang dari 0,5 Mbps untuk suara digital dan data sederhana, seperti SMS. Kemudian 3G memberikan peningkatan menjadi lebih dari 63 Mbps, memungkinkan layanan Mobile Broadband, seperti streaming musik dan penggunaan peta. Terakhir, 4G LTE mencapai kecepatan hingga 100 Mbps, mendukung konten yang lebih kaya dan interaktif, seperti video langsung dan koneksi yang lebih banyak.

B. Drive test

Drive test merupakan salah satu bagian pekerjaan dalam Optimasi jaringan radio. Tujuan drive test adalah mengumpulkan informasi jaringan secara real dilapangan pada saat yang bersamaan dengan user yang sedang aktif. Informasi yang dikumpulkan merupakan kondisi aktual Radio Frekuensi (RF) di suatu base Transceiver Station (BTS) ke MS atau handphone yang didesain secara khusus untuk pengukuran yang dihubungkan ke laptop dan dilakukan dengan sebuah mobil sehingga pengukuran dilakukan bergerak ke area yang dituju. Data-data yang dikumpulkan secara umum berupa beberapa fungsi dasar yang lazimnya disebut dengan KPI (Key Performance Index).

Sinyal dari Node B diterima oleh handphone uji. Data lokasi yang diambil dari GPS kemudian dikirim ke laptop dengan menggunakan software drive test melalui dongle lisensi. Data tersebut dicatat dan dianalisis.

Ada beberapa metode dalam melaksanakan kegiatan drive test sesuai dengan kebutuhannya masing-masing, ada tiga metode yaitu:

Cluster

Pada metode cluster biasanya dipakai oleh sebuah operator seluler untuk melihat suatu jaringan seluler pada wilayah tertentu yang cukup luas dan terdiri dari beberapa eNodeB. Metode ini dilakukan dalam menjadi tolak ukur performa jaringan di sebuah wilayah tersebut.

Benchmark Pada metode benchmark merupakan metode pada drive test guna untuk membandingkan sebuah jaringan seluler antar operator, yaitu perbandingan dari operator satu ke operator lainnya yang ada pada suatu cluster.

Single Site Verification (SSV)

Pada metode ini, merupakan sebuah metode pada drive test yang dilakukan pada single site atau satu site saja. Metode ini diperuntukan untuk site yang performa jaringannya kurang optimal atau bermasalah.

C. Optimasi

Optimasi jaringan merupakan upaya yang dilakukan operator jaringan untuk menambah atau memperbaiki performa suatu jaringan seluler dengan memakai data yang telah disediakan secara efisien. Biasanya optimasi dilakukan setelah melakukan drive test dan analisis tentang masalah performa jaringan seluler.

Beberapa cakupan optimasi pada suatu jaringan seluler seperti dibawah ini:

- a. Bisa mendapatkan data secara akurat dan dapat memperbaiki suatu masalah yang terjadi setelah melakukan optimasi pada site tersebut.
- b. Dapat dilaksanakan dengan cara berjangka guna meningkatkan sebuah kualitas jaringan seluler secara menyeluruh.
- c. Setelah melakukan optimasi pada sebuah jaringan seluler, tidak diperkenankan menurunkan kualitas jaringan yang lainnya.
- d. Optimasi jaringan bisa dilaksanakan pada daerah cakupan yang lebih kecil, agar mempermudah penanganan dalam optimasi dan tindakan follow up jaringan.

D. Standar Performa Jaringan

Standar performa jaringan atau biasa disebut dengan KPI (Key Performance Indicator) yang digunakan pada penelitian kali ini adalah KPI dari operator Telkomsel.

E. Pengenalan Perangkat Optimasi dan Drive test

Pada saat melakukan kegiatan optimasi dan drive test membutuhkan beberapa peralatan pendukung yang akan dipakai. Perangkat yang akan dipakai yaitu berupa

perangkat keras ataupun perangkat lunak. Perangkat lunak atau software yang digunakan adalah:

Nemo Handy

Nemo Handy adalah aplikasi yang digunakan untuk melakukan drive test. Aplikasi ini diinstal pada perangkat mobile, dan bentuk fisiknya mirip dengan ponsel yang dilengkapi dengan program bernama Nemo Handy. Sebelum memulai kegiatan drive test, biasanya pengguna akan menyiapkan skrip terlebih dahulu di Nemo Handy sesuai kebutuhan saat pengujian. Nemo Handy mampu menampilkan hasil pengukuran secara langsung di lokasi, baik di dalam ruangan maupun di luar. Namun, software Nemo Handy tidak dapat diinstal pada semua jenis ponsel; hanya perangkat tertentu yang didukung, seperti Sony Xperia Z5, Samsung Galaxy S5, Samsung Note 4, dan Samsung Galaxy S6 Edge. Selain itu, Nemo Handy juga dapat merekam data frekuensi radio.

METODE PENELITIAN

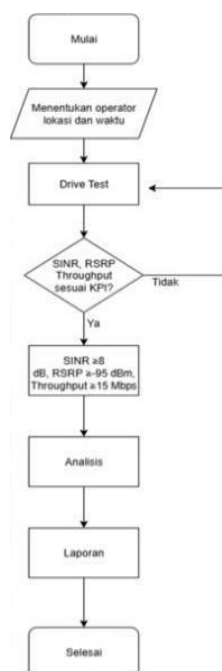
A. Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data, pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode drive test. Tujuan penggunaan metode drive test ini adalah untuk melihat titik-titik mana saja yang harus di optimasikan, sehingga dilakukan sebelum dan sesudah analisa optimasi. Dalam pengumpulan data terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan pada saat optimasi. Parameter-parameter disebut diantara adalah RSRP, SINR dan Throughput. Pengolahan informasi menggunakan alat seperti ponsel dan laptop dengan aplikasi Nemo Handy, serta dongle sebagai kunci lisensi. Data logfile perlu dibuka, dan Google Earth digunakan untuk memilih properti yang akan dianalisis, seperti RSRP dan SINR. Hasil pemetaan disimpan sebagai tangkapan layar. Tahap selanjutnya melibatkan analisis data yang mencakup RSRP, SINR, dan Throughput yang diperoleh dari uji jalan sebelumnya.

Jika SINR dan Throughput menunjukkan hasil yang buruk, tetapi RSRP dalam kondisi baik, maka analisis akan diarahkan pada overshoot. Penulis menilai overshoot berdasarkan data yang menunjukkan identitas sel fisik (PCI), sehingga dapat ditentukan area mana yang mengalami overshoot di antara sektor-sektor antena. Solusi yang dihasilkan dari analisis tersebut akan diterapkan dalam proses optimasi, yang mencakup perubahan fisik pada

pengaturan antena guna meningkatkan overshoot. Setelah proses optimasi selesai, uji jalan akan dilakukan kembali. Hasil dari uji jalan setelah optimasi mencakup nilai RSRP, SINR, dan Throughput, yang selanjutnya akan diperiksa untuk memastikan pencapaian parameter KPI. Jika nilai tersebut belum memenuhi kriteria, analisis optimasi akan diulang sampai RSRP, SINR, dan Throughput mencapai standar KPI. Setelah semua data RSRP, SINR, dan Throughput sesuai dengan parameter KPI, maka proses analisis data dianggap telah selesai.

Overshoot adalah kondisi ketika sinyal dari suatu sel (cell) atau eNodeB menjangkau area yang terlalu jauh melewati batas cakupan idealnya, sehingga sinyal tersebut masuk ke wilayah yang seharusnya dilayani oleh sel lain. Fenomena ini biasanya terjadi karena pengaturan antena (seperti tilt, azimuth, atau daya pancar) tidak optimal. Tahapan yang terakhir adalah tahapan penyusunan laporan tugas akhir berdasarkan data drive test dan data pendukung lainnya serta analisis yang telah dilakukan.

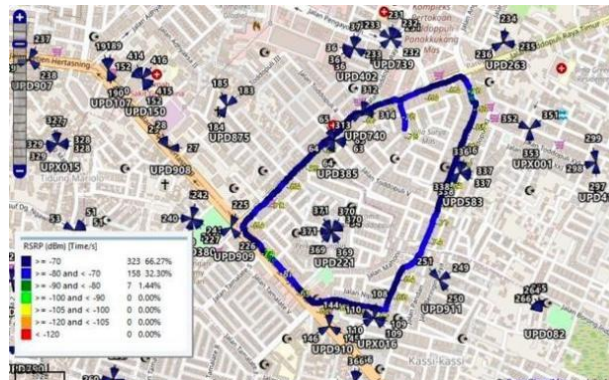


Gambar 1. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Pengujian *Drive Test*

Parameter RSRP adalah ukuran yang menunjukkan kekuatan sinyal yang diterima oleh ponsel. Hasil dari parameter RSRP sebelum optimasi dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Hasil RSRP Sebelum optimasi

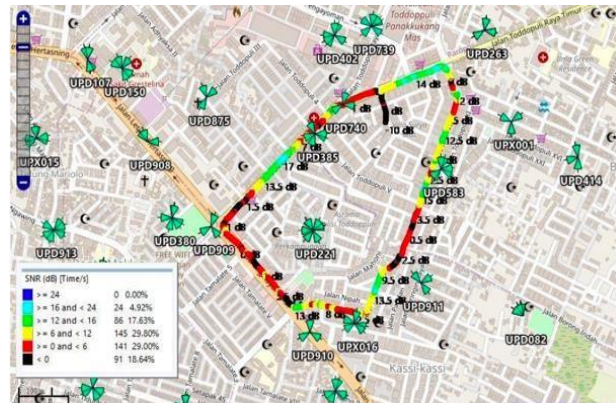
Gambar 2 dari parameter RSRP bisa dilihat bahwa hasil Drive Test pada jalan Toddopuli Raya Timur dikatagorikan dalam kondisi baik karna menunjukkan warna biru muda dan biru tua.

Tabel 1. Hasil RSRP Sebelum Optimasi

Warna	Rentang Throughput (Mbps)	Kualitas Kecepatan	Persentase (%)
Biru tua	≥ -70	Sangat Baik	66.27%
Biru	≥ -80 dan < -70	Baik	32.30%

Dari Tabel 1 dapat dijelaskan yaitu, hasil pengukuran menunjukkan bahwa parameter RSRP di wilayah Toddopuli Raya Timur berada dalam kondisi baik hingga sangat baik, dengan dominasi sinyal kuat (≥ -70 dBm) sebesar 66,27%, dan sisanya 32,30% masih tergolong baik.

Parameter SINR ialah sebuah parameter yang memperlihatkan kualitas sinyal dan rasio antara average power yang diterima dengan average interverensi dan noise yang diterima oleh user. Parameter SINR sebelum dilakukan optimasi, terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil RSRP Sebelum optimasi Tabel 2. Hasil SINR Sebelum Optimasi

Warna	Rentang throughput(Mbps)	Kualitas Kecepatan	Persentase (%)
Biru tua	> 24 dB	Sangat Baik	0.00%
Biru	> 16 dan ≤ 24 dB	Baik	4.92%
Hijau	> 12 dan ≤ 16 dB	Cukup Baik	17.63%
Kuning	> 6 dan ≤ 12 dB	Sedang	29.80%
Merah	≤ 0 dan > 6	Buruk (sinyal terganggu)	29.00%

Gambar dan Tabel di atas menunjukkan bahwa 59% wilayah berada dalam kategori kualitas jaringan sedang hingga rendah, dengan 18,64% dalam kategori sangat buruk. Hanya 4,92% memiliki kualitas baik. Perbaikan seperti pengaturan antena dan penambahan sektor diperlukan untuk meningkatkan jaringan. Cakupan jaringan cukup baik, tetapi perlu perbaikan agar RSRP naik di atas -80 dBm.

Parameter Throughput ialah sebuah parameter yang memperlihatkan speed transfer maksimum dari sesi suatu transfer data download maupun upload ke suatu file server. Parameter Throughput sebelum dilakukan optimasi. Terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Throughput sebelum optimasi

Tabel 3. Hasil Throughput

Warna	Rentang Throughput (Mbps)	Kualitas Kecepatan	Persentase (%)
Biru tua	≥ 50	Sangat Baik Premium	10,41%
BIRU	≥ 40 dan < 50	Sangat Baik	12,29%
Hijau	≥ 20 dan < 40	Baik	14,36%
Hijau Tua	≥ 20 dan < 30	Cukup Baik	14,34%
Kuning	≥ 10 dan < 20	Sedang Lemah	13,75%
Oranye	≥ 5 dan < 10	Buruk Lambat	11,30%
Merah	≥ 1 dan < 5	Sangat Buruk	17,11%

Analisis dari gambar dan Tabel di atas menunjukkan bahwa hanya 37,04% wilayah memiliki kecepatan internet setidaknya 20 Mbps yang cukup untuk menonton video HD. Sebagian besar, 48,16%, memiliki kecepatan rendah. Rincian mencakup 17,11% di 1-5 Mbps, 11,30% di 5-10 Mbps, dan 6,43% kurang dari 1 Mbps. Wilayah berwarna merah dan merah muda perlu prioritas optimasi.

B. Hasil Pengumpulan Data Eksisting

Hasil pengumpulan data parameter sebelum optimasi diperoleh data eksisting seperti: koordinat lokasi, tinggi antenna, tipe antenna, azimuth antenna, downtilt antenna (mekanikal dan elektrikal).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa data maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kinerja Awal Menunjukkan Masalah: Sebelum dilakukan optimasi, jaringan menunjukkan bahwa meskipun kekuatan sinyal (RSRP) mungkin bagus di banyak lokasi, namun kualitas sinyal data (SINR) dan kecepatan rata-rata (Throughput) sering kali tidak memenuhi standar Key Performance Indicator (KPI) yang telah ditentukan. Ini menunjukkan adanya masalah gangguan dan kapasitas yang menyebabkan pengalaman pengguna yang tidak memuaskan.
2. Optimasi Tercapai dan Melebihi KPI: Tindakan- tindakan untuk optimasi yang telah diterapkan (seperti penyesuaian antena) ternyata sangat berhasil dalam meningkatkan kualitas jaringan. Setelah proses optimasi selesai, semua indikator utama—termasuk Average RSRP, Average SINR, dan Average Throughput—berhasil melebihi sasaran KPI dengan signifikan. Contohnya, Average Throughput mengalami peningkatan yang besar (misalnya, mencapai ≥ 30 Mbps), yang memastikan koneksi yang cepat dan jelas.
3. Jaringan Sangat Stabil: Uji di berbagai waktu menunjukkan bahwa optimasi telah berhasil memperkuat ketahanan jaringan. Kualitas sinyal dan kecepatan data tercatat sangat baik pada waktu yang tidak ramai dan, yang paling penting, kinerja jaringan tetap berada di atas batas minimum KPI meskipun ada peningkatan beban lalu lintas yang tinggi selama waktu sibuk, membuktikan bahwa jaringan kini handal dan efisien.

Operator harus secara rutin memeriksa parameter RSRP, SINR, dan Throughput agar penurunan kualitas jaringan bisa diketahui dan diatasi dengan lebih cepat. Jaringan sebaiknya dioptimalkan secara teratur dengan menggunakan data dari uji lapangan untuk memastikan semua area layanan memenuhi standar KPI. Untuk penelitian yang akan datang, disarankan untuk memperluas area pengukuran atau membandingkan kinerja antar frekuensi agar memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Y. Pratama, “Analisis Performansi Jaringan Indoor 4g Ltedi Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,” J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret201, 2018.

- B. Septiyanto, U. K. Usman, and N. Wicaksono, "Perencanaan Evolved PacketCore Network 4G LTE di Bandung," *eProceedings Eng.*, vol. 2, no. 2, 2015.
- I. A. Y. U. Lestari, "Analisis Manajemen Interferensi Jaringan Uplink 4g-Lte Dengan Metode Power Control Dipt Telekomunikasi Seluler." Politeknik Negeri Sriwijaya, 2017.
- S. F. Anugerah, *Analisis Performansi Jaringan 4G LTE di Gedung E6 DAN E7 (Twin Tower Building) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta:Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2017.*
- D. Y. Haq, "Optimalisasi dan Simulasi Jaringan 4G LTE di Area Universitas Muhammadiyah Yogyakarta," Univ. Muhammadiyah, 2017
- Suko and Fajar, "'Penelitian Analisis performansi jaringan 4G LTE di gedungE6 dan E7 UMY,'" 2017.
- M. Karimzadeh, H. van den Berg, R. de O Schmidt, and A. Pras, "Quantitative Comparison of the Efficiency and Scalability of the Current and Future LTE Network Architectures," *Wirel. Commun. Mob. Comput.*, vol. 2017, p. 20, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2017/3938545>.
- I. W. Sera, "Analisa Perbandingan Performansi Lte Fdd- 1800mhz Dengan Lte Tdd-2300 Mhz Telkomsel Di Cluster Bsd." Institut Telkom Purwokerto, 2018.
- A. Hikmaturokhman, L. Wardana, B. Fernando, G. Mahardhika, and S. Dharmanto, "4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia Jilid 2," Jakarta Penerbitnulis buku, 2015.
- B. S. Fatt, "Quality of Service Provisioning of Orthogonal Frequency Division Multiple Access Based Network," Multimedia University (Malaysia), Ann Arbor, 2017.
- G. Manikandan, T. Jenish, And S. Prashanth, "Evaluation:Ofdma & Sc-Ofdma Performance On Wireless.
- I. Retnowati, U. K. Usman, and H. Vidyaningtyas, "Analisis Data Failure Pada Jaringan Coverage Area Lte Di Daerah Cisu Bandung," *eProceedings Eng.*, vol. 5, no. 3, 2018.
- Firmawan, A. 2016. *Perencanaan dan Simulasi Jaringan LTE (Long Term Evolution) FDD 1800 MHz di Kota Pekanbaru. Skripsi Sarjana, Teknik Elektro, Universitas Riau, Indonesia.*
- Wardhana, B. F. Aginsa, A. Dewantoro, I. Harto, G. Mahardhika, and A. Hikmaturokhman, "4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia," Jakarta Selatan www.nulisbuku.com, 2016.

F. Farida and A. Hekso Y, "Analisis Kinerja Jaringan 4G Operator Telkomsel di Kota Tanjungpinang Menggunakan Metode Drive Test," *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*. vol. 09, no. 01 pp. 1 -2, 2020

Dikky Chandraa.1, *, Fauzi Aditia Rahmata, Siska Auliab, Firdausa, Andre Febrian Kasmarc
"Pengaruh Modulasi pada Throughput Frekuensi Jaringan LTE 4G 1800 MHz.