

Analisis Performansi dan Optimasi Jaringan LTE Untuk Layanan *Streaming Video* di Dago – Ciumbuleuit, Bandung

LTE Network Performance and Optimization Analysis For Video Streaming Services in Dago – Ciumbuleuit, Bandung

1st Friendly Dhimas Pantodja
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
friendlydhimas@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Bambang Setia Nugroho
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

3rd Uke Kurniawan Usman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ukeusman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak---Bandung merupakan kota yang dikelilingi oleh dataran tinggi. Salah satu daerah di Bandung yang sering dikunjungi adalah daerah Dago dan Ciumbuleuit yang terletak di wilayah Bandung bagian utara. Namun, kedua daerah tersebut memiliki performansi jaringan LTE yang kurang baik. Pada hari Selasa, 23 November 2021 pukul 15.00 – 16.25 WIB telah dilakukan pengambilan data dengan metode *Drive Test* menggunakan aplikasi *Tems Pocket* untuk mengetahui nilai performansi parameter LTE, yaitu (RSRP), (SINR), dan *Throughput*. Setelah diakses menggunakan *Actix Analyzer*, hasil Menunjukkan bahwa terdapat 5 area *Bad Spot* yang terdeteksi dengan nilai rata – rata parameter RSRP sebesar -112,51 dBm, SINR -5,98 dB, dan *Throughput* 0,52 Kbps. Nilai rata – rata dari seluruh parameter belum dapat memenuhi standar parameter KPI operator, yaitu untuk RSRP > -100 dBm, SINR > 0 dan *Throughput* > 2500 Kbps. Untuk menanggulangi area *Bad Spot* maka diterapkan metode *physical tuning*, *power configuration*, dan usulan penambahan *site*. Setelah perbaikan dilakukan pada seluruh area *Bad Spot* menggunakan *software Atoll*, terdapat peningkatan nilai rata – rata pada setiap parameter. Nilai rata – rata untuk parameter RSRP sebesar -97,146 dBm, SINR 14,334 dB, dan *Throughput* sebesar 47.324,887 Kbps atau 47,32 Mbps. Seluruh nilai rata – rata yang didapatkan setelah proses perbaikan telah memenuhi standar parameter KPI operator.

Kata Kunci---LTE, *drive test*, *bad spot*, RSRP, SINR, *throughput*

Bandung is a city surrounded by highlands. One of the areas in Bandung that is often visited is the Dago and Ciumbuleuit areas located in the northern part of Bandung. However, both regions have poor LTE network performance. On Tuesday, November 23, 2021 at 15.00 – 16.25 WIB, data collection was carried out using

the Drive Test method using the Tems Pocket application to find out the performance value of LTE parameters, namely (RSRP), (SINR), and Throughput. After being accessed using the Actix Analyzer, the results showed that there were 5 Bad Spot areas detected with an average value of RSRP parameters of -112.51 dBm, SINR -5.98 dB, and Throughput of 0.52 Kbps. The average value of all parameters has not been able to meet the operator's KPI parameter standards, namely for RSRP > -100 dBm, SINR > 0 and throughput > 2500 Kbps. To overcome the Bad Spot area, physical tuning methods, power configuration, and proposed site additions are applied. After improvements were made to the entire Bad Spot area using Atoll software, there was an increase in the average value of each parameter. The average value for the RSRP parameter is -97.146 dBm, SINR is 14.334 dB, and the throughput is 47,324,887 Kbps or 47.32 Mbps. All average values obtained after the repair process have met the operator's KPI parameter standards.

Keywords---LTE, *drive test*, *bad spot*, RSRP, SINR, *throughput*

I. PENDAHULUAN

Banyaknya hal dan informasi yang tersedia secara digital melalui internet membuat masyarakat membutuhkan koneksi internet yang cepat serta dapat mendukung fleksibilitas dan mobilitas dalam mengakses informasi[1]. Salah satu perkembangan teknologi pendukung untuk masyarakat dalam mengakses internet adalah teknologi BWA (*Broadband Wireless Access*)[1]. *Broadband Wireless Access* merupakan teknologi jaringan nirkabel atau biasa disebut sebagai jaringan komunikasi seluler yang biasa digunakan oleh masyarakat sehari-hari [1].

LTE adalah singkatan dari *Long Term Evolution* yang merupakan perkembangan sistem komunikasi seluler generasi ke-empat (4G) yang telah ditetapkan oleh 3GPP (*Third Generation Partnership Project*)[2]. Teknologi LTE memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan teknologi sebelumnya (3G), yaitu memiliki *data rate* mencapai 100 Mbps untuk download dan 50 Mbps untuk upload, *Bandwidth* maksimal hingga 20 MHz, dan dapat memberikan kapasitas layanan yang lebih besar[2].

Dari data awal yang telah diambil pada tanggal 22 November 2021 pukul 11.30 hingga 13.00 WIB, terdapat banyak *Bad spot* di beberapa titik di daerah Dago dan Ciumbuleuit yang tidak memenuhi parameter KPI (*Key Performance Indicators*) untuk LTE, yaitu RSRP (*Reference Signal Received Power*), SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*), dan *Throughput*. Untuk parameter RSRP terdapat sekitar 24,1% data yang tidak memenuhi parameter KPI atau dibawah 100 dBm sedangkan untuk SINR terdapat sebesar 21,7% atau yang berada dibawah 0 db dan *Throughput* sebesar 61,5% yang berada dibawah 2500 kbps [3], [4].

Faktor yang menyebabkan permasalahan jaringan pada daerah tersebut adalah kondisi geografis yang termasuk kedalam wilayah Bandung Utara yang memiliki titik tertinggi diangka 1050 mdpl serta merupakan daerah yang berbukit, memiliki akses jalan sempit, curam dan berkelok[5], [6]. Untuk menangani permasalahan yang dialami, diperlukan adanya usulan perbaikan agar dapat memenuhi parameter KPI dan dapat meningkatkan kualitas layanan akses data. Hal ini dibutuhkan karena daerah tersebut merupakan daerah wisata yang ramai dikunjungi oleh wisatawan. Selain itu, akses data cenderung meningkat bila terdapat kenaikan jumlah wisatawan khususnya saat hari libur.

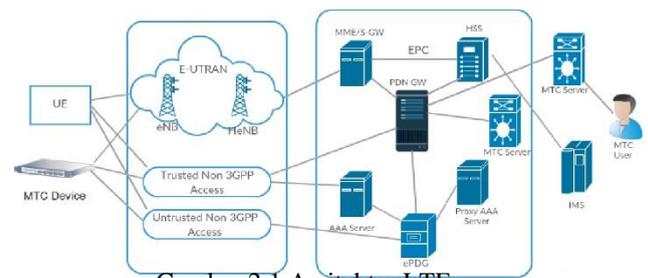
Pada Tugas Akhir ini, dilakukan pengambilan data dengan metode *Drive test* menggunakan mobil dan *software* TEMS Pocket selama 1 minggu. Hal ini dilakukan untuk dapat mengetahui pola permasalahan yang terjadi pada suatu daerah studi kasus. berikutnya data hasil *Drive Test* yang berupa *logfile* dianalisis menggunakan *software* Actix agar dapat mengetahui performansi jaringan dan permasalahan yang dialami pada daerah studi kasus. berikutnya dilakukan perbaikan jaringan terhadap data yang tidak memenuhi parameter KPI dengan menggunakan *software* Atoll. Optimasi jaringan diharapkan dapat memenuhi parameter (KPI) dan membantu memberikan solusi kepada pihak *provider* jaringan seluler atas permasalahan jaringan yang terjadi pada daerah studi kasus. Selain itu, perbaikan jaringan juga dapat memudahkan masyarakat setempat ataupun wisatawan untuk mengakses internet[7].

II. KAJIAN TEORI

A. Teknologi Jaringan Long Term Evolution (LTE)

LTE atau *Long Term Evolution* adalah sebuah teknologi jaringan seluler generasi keempat (4G) sekaligus sebagai penerus dari teknologi sebelumnya, yaitu 3G yang telah ditetapkan dan distandarisasi oleh 3GPP (*Third Generation Partnership Project*)[2]. 3GPP (*Third Generation Partnership Project*) merupakan sebuah organisasi atau badan standarisasi internasional yang beranggotakan perusahaan – perusahaan yang bergerak di industri

telekomunikasi diantaranya adalah Ericsson, Huawei, ZTE, NTT Docomo, AT&T, Vodafone, dan lainnya[8]. Berdasarkan pada standarisasi 3GPP, jaringan LTE memiliki kemampuan untuk mencapai kecepatan *data rate* hingga 100 Mbps untuk DL dan 50 Mbps untuk UL, bandwidth 1,4 hingga 20 MHz, latensi yang rendah sekitar 5 ms, waktu pengaturan koneksi sekitar 100 ms dan mampu memberikan kapasitas layanan yang lebih besar[2], [9], [10]. Dengan adanya *bandwidth* yang bervariasi dapat memberikan layanan yang berbeda berdasarkan spektrum, dan hal ini merupakan tujuan desain LTE, yaitu meningkatkan efisiensi spektrum pada jaringan[9]. Dengan adanya LTE juga didukung oleh penggunaan teknologi OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) sebagai *Downlink Transmission* dan teknologi SC-FDMA (*Single Carrier Frequency Division Multiple Access*) sebagai *Uplink Transmission*[3]. Dengan adanya LTE ini diharapkan dapat lebih mendukung dan memenuhi seluruh kegiatan masyarakat dalam mengakses informasi seperti akses ke berbagai media sosial, *streaming*, *video chatting*, dan lain sebagainya. Selain itu LTE juga diharapkan dapat memperbaiki dan menggantikan generasi sebelumnya serta dapat dioptimalkan dalam penggunaannya sebelum penerapan generasi berikutnya (5G). Berikut merupakan spesifikasi dari 4G LTE.



Gambar 2.1 Arsitektur LTE

B. Drive Test

Drive Test merupakan sebuah metode yang digunakan untuk pengambilan data secara *real time* dilapangan dengan menggunakan *software* dan *hardware* tertentu agar dapat mengetahui performansi jaringan pada suatu daerah[2]. Secara *general*, *Drive Test* bertujuan untuk mengumpulkan informasi jaringan radio frekuensi secara *real* di lapangan dari arah eNodeB ke UE [11], [12]. Dari informasi yang diperoleh maka dapat digunakan untuk tujuan - tujuan seperti mengecek *coverage*, mengecek parameter apakah sudah sesuai dengan parameter perancangan, dan *benchmarking* dengan kompetitor..

C. Parameter Performansi LTE

Parameter KPI yang digunakan adalah RSRP (*Reference Signal Received Power*), SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*), dan *Throughput*. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing parameter.

• RSRP

RSRP (*Reference Signal Received Power*) merupakan kekuatan sinyal yang dapat diterima oleh *user*. RSRP dinyatakan dalam satuan dBm dan merupakan parameter performansi LTE yang digunakan untuk menentukan titik *handover* oleh perangkat. RSRP dipengaruhi oleh daya pancar *cell*, *pathloss* dan *fading*[3].

Tabel 2.1 RSRP Operator Telkomsel

Range Nilai (dBm)	Kategori
≥ -85	Very good
-85 s/d -92	Good
-92 s/d -102	Normal
-102 s/d -120	Bad

• SINR

SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*) adalah rasio perbandingan kuat sinyal yang dipancarkan dengan interferensi yang bercampur dengan sinyal utama. Nilai SINR dihitung dari RSRP *cell serving* dan dari interferensi *cell*[3].

Tabel 2.2 SINR Operator Telkomsel

Level (dB)	Keterangan
10 ≤ SINR ≤ 30	Very Good
3 ≤ SINR ≤ 10	Good
0 ≤ SINR < 3	Normal
-20 ≤ SINR < 0	Bad

• Throughput

Throughput merupakan jumlah data atau *bit rate* yang dapat dikirimkan atau ditransmisikan pada sebuah jaringan dari eNodeB ke UE dalam satuan *bit per second*[3], [13]. Parameter *throughput* rata-rata digunakan sebagai acuan untuk menjelaskan kinerja jaringan. Parameter ini merupakan parameter yang dapat dirasakan langsung oleh pengguna dan berpengaruh terhadap kepuasan pengguna. Besarnya *throughput* dipengaruhi oleh *packet loss*[3], [11].

Tabel 2.3 Throughput Operator Telkomsel

Level (kbps)	Keterangan
≥ 12.000	Very Good
7.200 ≤ To < 12.000	Good
1.500 ≤ To < 7.200	Normal
< 1500	Bad

D. Model Propagasi COST-231 Hata

Model Propagasi COST-231 Hata adalah sebuah bentuk pengembangan atau perluasan dari model propagasi Okumura-hata yang dikembangkan oleh *the European Co-operative for Scientific and Technical Research* (COST) yang

mencakup frekuensi hingga 2 GHz. Model propagasi COST-231 hata menggunakan rentang frekuensi pada *carrier frequency* (f_c) antara 1500 hingga 2000 MHz. Propagasi ini juga memiliki faktor koreksi untuk estimasi pathloss untuk jenis lingkungan urban, suburban, dan rural[14]. Adapun rumus untuk model propagasi cost 231-hata sebagai berikut.

$$P_L = 46,3 + 33,9 \log_{10}(f_c) - 13,82 \log_{10}(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55 \log_{10}(h_b)] \log_{10}(R) + C_m \quad (2.1)$$

P_L adalah *propagation path loss*, f_c adalah *carrier frequency* dalam satuan MHz, h_b adalah tinggi BTS dalam rentang 30-200 m, R adalah jarak antara *transmitter* dan *receiver* dalam rentang 1 – 20 km, $a(h_m)$ adalah faktor koreksi untuk h_m sedangkan h_m merupakan tinggi antenna MS dalam rentang 1-10 m. Untuk mendapatkan $a(h_m)$ maka diperlukan rumus berikut.

$$a(h_m) = (1.1 \log_{10} f_c - 0.7) h_m - (1.56 \log_{10} f_c - 0.8) \quad (2.2)$$

C_m diperoleh dari persamaan berikut

$$C_m = \begin{cases} 0dB \\ 3dB \end{cases} \quad (2.3)$$

0 dB digunakan pada daerah sub urban dan rural. Sedangkan 3 dB digunakan pada daerah urban.

E. Radio Link Budget

Radio Link Budget adalah perhitungan yang digunakan untuk mengestimasi nilai maksimum pelemahan sinyal yang diizinkan diantara *mobile antenna* dengan *base station antenna*. Nilai maksimum tersebut dinamakan *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) [14].

• Maximum Allowable Path Loss

$$MAPL_{DL} = P^{eNB}_{Tx} + G^{eNB}_{antenna} - L^{eNB}_{feeder} - L^{TMA}_{ins} - S^{UE}_{RX} - M_{LNF} - \quad (2.4)$$

$$IM_{DL} + G^{UE}_{antenna} - M_{BPL}$$

Sedangkan untuk bisa mendapatkan nilai MAPL arah *Uplink* perlu digunakan rumus berikut.

$$MAPL_{UL} = P^{UE}_{Tx} + G^{UE}_{antenna} - S^{eNB}_{RX} - M_{LNF} - IM_{UL} + G^{eNB}_{antenna} - L^{eNB}_{feeder} - M_{BPL} \quad (2.5)$$

F. Optimasi

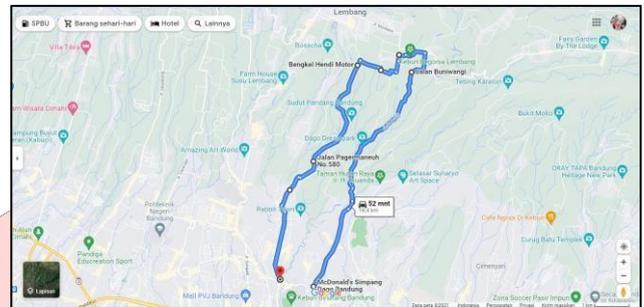
Optimasi berarti mencari nilai terbaik (minimum atau maksimum) dari suatu jaringan. Optimasi juga dapat diartikan sebagai upaya untuk meningkatkan performansi pada suatu sistem jaringan agar memiliki kualitas layanan

yang lebih baik dan kinerja yang meningkat dari sebelumnya. Optimasi juga merupakan tahap lanjutan yang dilakukan setelah hasil analisis *Drive Test* selesai dan merupakan bagian dari usulan perbaikan[15]. Tujuan optimasi adalah mengetahui performansi pada suatu jaringan, mengatur parameter agar dapat optimal pada suatu jaringan, dan membantu pembuatan *site* baru serta pengembangan kapasitas jaringan. Metode yang digunakan dalam memperbaiki permasalahan yang dialami adalah *Physical Tuning* dan *Power Configuration*. Namun bila kedua metode belum dapat mengatasi permasalahan yang terjadi, maka usulan penambahan *site* akan dibuat.

G. Streaming Video

Streaming merupakan suatu teknologi yang dapat melakukan kompresi atau memperkecil ukuran dari *audio* dan *video* sehingga dapat mempermudah dalam mengirim melalui jaringan internet. Jika ditinjau pada prosesnya, *streaming* merupakan teknologi pengiriman file dari *server* menuju *client* melalui jaringan *packet based*. *Streaming* dapat menciptakan *audio*, *video*, dan *multimedia* yang tersedia secara *real time* dalam tipe jaringan yang berbeda dan dapat dikirim secara terus menerus ke perangkat *end user*[16]. Berdasarkan kualitasnya, *streaming video* idealnya dijalankan pada resolusi video minimum HD 720p yang membutuhkan kecepatan internet 2,5 Mbps dan FHD 1080p dengan kecepatan yang direkomendasikan 5 Mbps[4].

Pada Area maribaya terdapat jalan tembusan yang mengarah ke Kawasan Punclut (Puncak Ciumbuleuit). Kawasan Punclut terletak 7 km dari pusat kota Bandung dan pada akhir pekan ramai dikunjungi oleh wisatawan baik dari dalam maupun luar kota. Jika menuju ke arah kota Bandung maka akan melalui Jalan Bukit Raya Atas dan Jalan Ciumbuleuit. Pada area Jalan Ciumbuleuit terdapat banyak *café*, hotel, dan juga terdapat pusat Pendidikan yaitu Universitas Katolik Parahyangan.



Gambar 3.2 Rute Drive Test Dago - Ciumbuleuit

Rute berjarak 18,4 km dan dimulai dari simpang Dago hingga selesai di persimpangan jalan Ciumbuleuit dan jalan Siliwangi. Daerah Dago Giri menuju Punclut termasuk kedalam jenis daerah dengan kategori rural. Istilah rural didefinisikan sebagai wilayah yang terletak di pinggiran kota dan mengacu pada pemukiman kecil yang berada di luar batas kota dan memiliki kepadatan penduduk yang rendah. Jenis daerah berdasarkan pada tugas akhir ini ditinjau dari perbedaan jumlah dan kepadatan penduduk, letak geografis, dan *obstacle* yang berbeda. Untuk kategori rural, jumlah kepadatan penduduk berada dibawah 10.000 jiwa/km². Daerah Dago dan Ciumbuleuit berada diketinggian 775 – 1325 meter diatas permukaan laut. *Obstacle* yang terdapat pada daerah tersebut adalah lembah, tebing tinggi dan pepohonan.

III. METODE

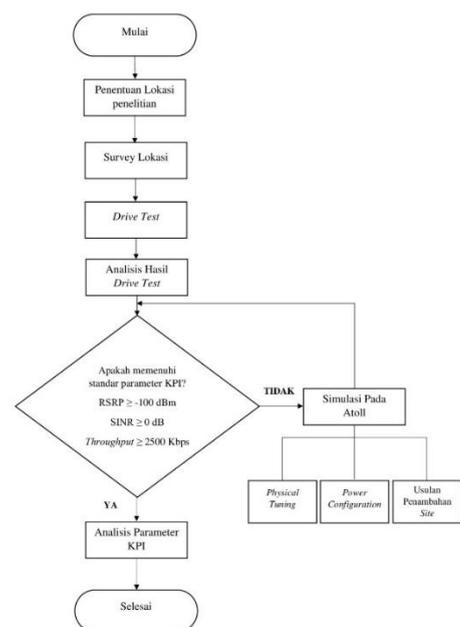
A. Kondisi Eksisting

Jalan Dago adalah nama sebuah jalan yang kini telah resmi berganti nama menjadi jalan Ir. H. Djuanda. Walaupun demikian, penduduk Bandung masih sering menyebutnya sebagai jalan Dago. Di sepanjang jalan ini banyak ditemui pusat hiburan, tempat makan, dan pusat perbelanjaan lainnya. Di ujung jalan Dago terdapat persimpangan jalan yang mengarah ke area Dago Giri dan Cigadung. Pada Tugas Akhir ini, dipilih jalur Dago giri yang merupakan terusan dari jalan Dago. Area Dago Giri memiliki jalan dengan tanjakan yang curam, sempit dan berkelok. Jalan ini menuju ke area Maribaya yang termasuk kedalam wilayah Kabupaten Bandung Barat.



Gambar 3.1 Kondisi Jalan Dago

B. Diagram Alir



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

Tahap pertama adalah menentukan lokasi yang akan dijadikan sebagai tempat Studi kasus dan pengambilan data secara langsung dilapangan. Lokasi yang dapat dijadikan sebagai daerah studi kasus beberapa diantaranya seperti jalan Tol, Jalan layang, Jalur kereta, Tempat wisata, dan lainnya. Pada Tugas Akhir ini, lokasi yang dijadikan sebagai daerah studi kasus adalah jalan raya yang menuju ke daerah tempat wisata.

Tahap kedua adalah melakukan survey lokasi. Hal ini diperlukan agar mengetahui medan jalur yang akan dijadikan sebagai daerah studi kasus dan dapat menentukan jalur yang akan dilalui, karena Daerah Dago dan Ciumbuleuit merupakan daerah yang menanjak, berliku, dan curam pada beberapa titik jalannya. Survey dilakukan dengan menggunakan mobil, karena lebih aman dan lebih disarankan untuk menggunakan mobil.

Tahap ketiga merupakan *Drive Test*. Pada tahap ini dilakukan pengambilan data pada daerah yang telah ditentukan dan dilakukan survey lokasi sebelumnya, yaitu Dago - Ciumbuleuit. Sebelum melakukan *Drive Test*, layanan data LTE dan aplikasi Teme Pocket perlu diaktifkan agar dapat terhubung dengan internet serta data dapat di *record*. Pada Tugas Akhir ini, pengujian jaringan LTE dilakukan dengan metode *Streaming Video* dengan kualitas video 1080p atau 720p.

Tahap keempat adalah melakukan analisis data hasil *Drive Test*. Data hasil *Drive Test* yang didapat berupa *logfile* dengan format .trp yang akan diolah menggunakan aplikasi Actix Analyzer. Pada aplikasi ini, akan diketahui nilai RSRP, SINR, dan *Throughput* yang ditampilkan melalui pencitraan 2 dimensi.

Tahap kelima ialah menentukan apakah nilai RSRP, SINR, dan *Throughput* yang didapatkan telah sesuai dengan nilai parameter KPI operator. Bila telah memenuhi syarat maka akan dilanjutkan ke tahap analisis parameter KPI, bila belum memenuhi syarat maka akan dilanjutkan ke tahap simulasi perbaikan dengan menggunakan aplikasi Atoll.

Tahap keenam adalah proses perbaikan dengan menggunakan aplikasi Atoll terhadap titik yang tidak memenuhi nilai parameter KPI. Perbaikan dilakukan dengan menerapkan metode perbaikan yang telah dijelaskan pada bab 2 sebelumnya, yaitu *Physical Tuning* ataupun *Power Configuration*. Kedua metode tersebut digunakan secara opsional berdasarkan keperluan, artinya bila salah satu metode berhasil mengatasi permasalahan yang terjadi, maka metode yang lainnya tidak perlu diterapkan. Dan metode ketiga adalah membuat usulan penambahan *site* baru, yaitu bila data tidak dapat diperbaiki dengan 2 metode sebelumnya, maka metode terakhir ini dapat diterapkan.

Tahap ketujuh atau terakhir adalah menganalisis nilai parameter RSRP, SINR, dan *Throughput* yang telah memenuhi syarat standar parameter KPI operator. Nilai parameter KPI yang dianalisis pada tahap ini merupakan nilai yang telah melalui proses perbaikan sebelumnya sesuai dengan metode perbaikan yang digunakan.

C. Data Hasil *Drive Test*

Pengujian *Drive Test* dilakukan pada jalur Dago – Ciumbuleuit melewati Dago Giri dan Maribaya. Pengujian dilakukan pada 23 November 2021 pukul 15.00 – 16.25 WIB. Berikut merupakan nilai parameter yang telah diperoleh dari *Drive Test*.

• RSRP

Terdapat nilai parameter RSRP dengan kategori "*Poor*" di sepanjang rute *Drive Test* yang memiliki rentang nilai dibawah -100 dBm sampai dengan lebih dari atau sama dengan -110 dBm sejumlah 1009 titik dengan persentase sebesar 25.8% dan kategori "*Very Poor*" dengan rentang nilai dibawah -110 dBm sejumlah 282 titik dengan persentase sebesar 7.2%.

• SINR

Perolehan nilai parameter SINR di sepanjang rute *Drive Test* terdapat rentang nilai sebesar ≥ -10 hingga < 0 dB yang diklasifikasikan dalam kategori "*Bad*" sejumlah 915 titik dengan persentase sebesar 23.8 % dan rentang nilai < -10 dB yang diklasifikasikan dalam kategori "*Very Bad*" sejumlah 48 titik dengan persentase sebesar 1.2%.

• *Throughput*

Perolehan Nilai *Throughput* di sepanjang rute *Drive Test* terdapat rentang nilai ≥ 1000 Kbps hingga < 2500 Kbps yang diklasifikasikan dalam kategori "*bad*" sejumlah 353 titik dengan persentase sebanyak 9,1% dan rentang nilai < 1000 Kbps yang diklasifikasikan dalam kategori "*Very Bad*" sejumlah 3091 titik dengan persentase sebanyak 80,1%.

D. Data *Traffic*

Tabel 3.1 Populasi dan pengguna pelanggan Telkomsel di Dago - Ciumbuleuit

Deskripsi	Jumlah	Keterangan
Jumlah Penduduk	108.670	Jiwa
Estimasi Penduduk Usia Produktif	68,42	%
Estimasi Penduduk Usia Produktif (Jumlah)	74.353	Jiwa
Kepadatan Penduduk	8.075	Km ²
Persentase Market Share (Operator Telkomsel)	60	%
Market Share (Operator Telkomsel)	44.611	pelanggan

Tabel diatas dapat dijadikan sebagai data pendukung untuk hasil Pengambilan data yang telah dilakukan pada 23 November 2021 pukul 15.00 – 16.25 WIB yang masih memiliki nilai parameter yang belum optimal serta belum memenuhi standar parameter KPI operator. Pengambilan data tersebut dilakukan ketika jam pulang kerja, sehingga terjadi peningkatan data *traffic* di berbagai titik yang ada di daerah Dago – Ciumbuleuit. Selain karena jam pulang kerja, daerah Dago – Ciumbuleuit juga merupakan jalan alternatif bagi pengguna jalan yang hendak menuju ke daerah Lembang maupun bagi warga Lembang yang hendak menuju ke daerah Kota Bandung.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

Tabel 4.1 Nilai Parameter Sebelum Perbaikan

<i>Bad Spot</i>	Parameter		
	RSRP (dBm)	SINR (dB)	Throughput (Kbps)
<i>Bad Spot 1</i>	-129,3	6,57	25.027,09
<i>Bad Spot 2</i>	-127,74	7,17	24.385,94
<i>Bad Spot 3</i>	-133,85	1,39	11.321,38
<i>Bad Spot 4</i>	-129,74	5,53	17.389,05
<i>Bad Spot 5</i>	-116,74	6,94	23.322,54

Tabel diatas menjelaskan pelemahan nilai parameter RSRP, SINR, dan *Throughput* yang terjadi pada setiap area *bad spot* sebelum dilakukan perbaikan. *Bad Spot* merupakan istilah yang digunakan ketika nilai parameter RSRP, SINR, dan *Throughput* yang terdapat pada suatu titik atau daerah tertentu tidak sesuai dengan standar parameter KPI sebuah operator setelah dilakukan proses *Drive Test*.

B. Analisis dan Perbaikan

Keseluruhan area *Bad Spot* dapat diatasi dengan melakukan optimasi dan penyesuaian nilai parameter *transmitter* yang terdapat di setiap *site* yang melayani lokasi terkait. Namun beberapa *bad spot* perlu dibantu dengan adanya usulan penambahan *site* baru. Metode *physical tuning* efektif dalam meningkatkan nilai parameter SINR dan *Throughput*, sedangkan metode *power configuration* efektif dalam meningkatkan nilai parameter RSRP. Beberapa area *bad spot* memerlukan usulan penambahan *site* baru akibat kondisi geografis yang berada di perbukitan dan jurang ataupun lokasi *site* yang sangat berjauhan serta minim di beberapa *Bad Spot*, sehingga tidak dapat mengakomodasi keseluruhan titik yang ada pada area *bad spot* terkait. Kondisi *site* yang berjauhan dan minim ini tidak dapat mendukung titik pada area *bad spot* yang kondisi geografisnya seperti cekungan ataupun lebih tinggi dari area lainnya serta terhalang oleh pepohonan.

Seluruhnya metode yang diterapkan memiliki risiko masing – masing. Pada metode *physical tuning*, perubahan *azimuth* pada *transmitter* dapat menurunkan nilai SINR bila terjadi sebuah interverensi antar *transmitter* pada suatu *site* yang terlalu berdekatan dalam melayani area yang sama. Selain itu ketinggian antenna pun berpengaruh, oleh sebab itu ketinggian antenna *default* pada setiap *site* berbeda – beda agar mengantisipasi adanya interverensi yang dapat terjadi. Pada metode *power configuration*, juga dapat menurunkan performansi nilai parameter SINR karena daya yang terlampaui besar dan dapat mengintervensi *cell* lain yang dihasilkan dari *transmitter* yang berbeda. Selain itu, meskipun usulan penambahan *site* baru dapat membantu memperbaiki performansi parameter RSRP, SINR, dan *Throughput*, namun hal ini berpengaruh terhadap biaya pengeluaran untuk pembuatan *site* baru, dan penempatan *site* baru juga memerlukan ketepatan agar dengan adanya *site* baru ini dapat membantu dalam meningkatkan performansi dan memperbaiki *coverage* pada area *bad spot* serta lebih efektif.

Selain itu, dengan adanya penambahan *site* baru dan optimasi pada setiap parameter yang ada di setiap *site* diharapkan dapat meningkatkan kapasitas jaringan dalam melayani pengguna yang lebih banyak dan meningkat, khususnya disaat akhir pekan yang banyak dikunjungi oleh wisatawan ataupun disaat jam berangkat dan pulang kerja dimana waktu tersebut kerap mengalami peningkatan data *traffic* di berbagai titik yang ada di daerah Dago – Ciumbuleuit.

Tabel 4.2 Hasil Analisis Perbaikan

<i>Bad Spot</i>	Parameter	Sebelum Perbaikan	Metode Perbaikan	Setelah Perbaikan	Persentase Kenaikan	Target KPI	Kesimpulan
1 (Ciumbuleuit – Kawasan Punclut)	RSRP	-129,3 dBm	1. <i>Power Configuration</i>	-95,06 dBm	26,4%	> -100 dBm	Memenuhi Standar Parameter KPI
	SINR	6,57 dB	2. <i>Power Configuration</i>	14,98 dB	56,14%	> 0	
	<i>Throughput</i>	25.027,09 Kbps	3. Usulan Penambahan Site	46.825,93 Kbps	46,55%	> 2500 Kbps	
2 (Kawasan Punclut - Pagermaneh)	RSRP	-127,74 dBm	1. <i>Power Configuration</i>	-99,93 dBm	21,77%	> -100 dBm	Memenuhi Standar Parameter KPI
	SINR	7,17 dB	2. <i>Power Configuration</i>	11,69 dB	38,66%	> 0	
	<i>Throughput</i>	24.385,94 Kbps	3. Usulan Penambahan Site	36.391,21 Kbps	32,98%	> 2500 Kbps	
3 (Sukanagara – Dago Giri)	RSRP	-133,85 dBm	1. <i>Power Configuration</i>	-98,76 dBm	26,21%	> -100 dBm	Memenuhi Standar Parameter KPI
	SINR	1,39 dB	2. <i>Power Configuration</i>	15,44 dB	90,99%	> 0	
	<i>Throughput</i>	11.321,38 Kbps	3. Usulan Penambahan Site	52.904,87 Kbps	78,6%	> 2500 Kbps	
4 (Dago Giri - Sukaesmi)	RSRP	-129,74 dBm	1. <i>Power Configuration</i>	-97,59 dBm	24,78%	> -100 dBm	Memenuhi Standar Parameter KPI
	SINR	5,53 dB	2. <i>Power Configuration</i>	13,35 dB	58,57%	> 0	
	<i>Throughput</i>	17.389,05 Kbps	3. Usulan Penambahan Site	48.540,9 Kbps	64,17%	> 2500 Kbps	
5 (Sukaesmi – Simpang Dago)	RSRP	-116,74 dBm	1. <i>Power Configuration</i>	-94,39 dBm	19,14%	> -100 dBm	Memenuhi Standar Parameter KPI
	SINR	6,94 dB	2. <i>Power Configuration</i>	16,21 dB	57,18%	> 0	
	<i>Throughput</i>	23.322,54 Kbps	3. Usulan Penambahan Site	51.961,51 Kbps	55,11%	> 2500 Kbps	

V. KESIMPULAN

Nilai rata - rata yang didapatkan di sepanjang rute Dago – Ciumbuleuit setelah dilakukan pengambilan data dengan metode *Drive Test*, yaitu untuk parameter RSRP adalah -112,51 dBm, parameter SINR adalah -5,98 dB, dan parameter *Throughput* adalah 0,52 Kbps. Nilai yang didapatkan masih belum dapat memenuhi standar parameter KPI operator, dimana nilai RSRP yang disarankan adalah >100 dBm, nilai SINR yang disarankan > 0 dan nilai *Throughput* yang disarankan adalah > 2500 Kbps. *Bad Spot* yang terdapat pada rute Dago – Ciumbuleuit terbagi menjadi 5 area. Setelah perbaikan pada keseluruhan *Bad Spot* dilakukan dengan menggunakan metode *physical tuning*, *power configuration*, dan usulan penambahan *site*, terjadi peningkatan nilai rata – rata keseluruhan parameter, yaitu parameter RSRP meningkat menjadi -97,146 dBm dan termasuk kedalam kategori *Normal*, parameter SINR meningkat menjadi 14,334 dB dan termasuk kedalam kategori *Very Good*, serta parameter *Throughput* meningkat menjadi 47.324,887 Kbps atau 47,32 Mbps dan termasuk kedalam kategori *Very Good*. Seluruh nilai parameter telah memenuhi standar parameter KPI operator dan *coverage area* telah meningkat jika

dibandingkan dengan sebelumnya. Pada Tugas Akhir ini banyak diukur berdasarkan *downstream* karena metode yang digunakan adalah *streaming video* yang lebih banyak menggunakan *Throughput downlink*.

REFERENSI

- [1] N. Sadikin, M. Sari, and J. Jumanta, "Implementasi Jaringan Nirkabel BWA (Broadband Wireless Access) Menggunakan Wimax," *Kilat*, vol. 8, no. 2, pp. 141–150, 2019, doi: 10.33322/kilat.v8i2.408.
- [2] I. Pramulia, P. Sudiarta, and G. Sukadarmika, "ANALISIS PENGARUH JARAK ANTARA USER EQUIPMENT DENGAN eNodeB TERHADAP NILAI RSRP (REFERENCE SIGNAL RECEIVED POWER) PADA TEKNOLOGI LTE 900 MHz," *J. Ilm. SPEKTRUM*, vol. 2, no. 3, pp. 24-30–30, 2015.

- [3] F. H. Taqwa, N. M. Adriansyah, and ..., "Analisis Implementasi Perencanaan Coverage Area Lte Dengan Menggunakan Combat Bts Di Alun-alun Kota Bandung," *eProceedings ...*, vol. 8, no. 2, pp. 1135–1152, 2021, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/download/14525/14304>.
- [4] Support.google.com, "Persyaratan Sistem dan Browser," *google.com*, 2021. <https://support.google.com/youtube/answer/78358?hl=id> (accessed Dec. 04, 2021).
- [5] Jabarprov.go.id, "Update Covid-19 Purwakarta - Website Resmi Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat," *jabarprov.go.id*, 2020. <https://jabarprov.go.id/index.php/pages/id/1060> (accessed Dec. 04, 2021).
- [6] Y. Maulana, "Kenali 4 Jalur Alternatif dari Bandung Menuju Kawasan Wisata Lembang," *detik.com*, 2019. <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-4578715/kenali-4-jalur-alternatif-dari-bandung-menuju-kawasan-wisata-lembang> (accessed Dec. 04, 2021).
- [7] Teraspasundan.com, "Tau Gak Sih? Ini Anggaran Penyediaan Akses Internet Diskominfo untuk Tempat Wisata di Karawang - Teras Pasundan News," *teraspasundan.com*, 2021. <https://teraspasundan.com/2021/09/02/tau-gak-sih-ini-anggaran-penyediaan-akses-internet-diskominfo-untuk-tempat-wisata-di-karawang/> (accessed Dec. 04, 2021).
- [8] A. Panji, "4G LTE Bukan Ditemukan oleh Perorangan, tapi Konsensus 3GPP," *cnnindonesia.com*, 2016. <https://www.cnnindonesia.com/teknologi/20160317201825-213-118164/4g-lte-bukan-ditemukan-oleh-perorangan-tapi-konsensus-3gpp> (accessed Dec. 01, 2021).
- [9] M. Ulfah, "Peningkatan Area Jangkuan Jaringan 4G Lte (Studi Kasus Kecamatan Samarinda Ulu)," *J. ECOTIPE*, vol. 5, no. 1, pp. 33–38, 2018, doi: 10.33019/ecotipe.v5i1.32.
- [10] S. Abeta, "Toward LTE commercial launch and future plan for LTE enhancements (LTE-Advanced)," *12th IEEE Int. Conf. Commun. Syst. 2010, ICCS 2010*, pp. 146–150, 2010, doi: 10.1109/ICCS.2010.5686367.
- [11] L. Wardhana, B. F. Aginsa, A. Dewantoro, I. Harto, G. Mahardika, and A. Hikmaturokhman, "4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia," in *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia*, Edisi Baha., Jakarta: nulisbuku, 2014, pp. 87–90.
- [12] A. M. G. Qilla Aulia Suri, "MONITORING DAN ANALISIS QOS (QUALITY OF SERVICE) JARINGAN INTERNET PADA GEDUNG KPA POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA DENGAN METODE DRIVE TEST Pipit," *Pros. SNATIF ke-6 Tahun 2019*, no. 2007, pp. 96–101, 2019.
- [13] D. L. Tamtama and E. Y. D. Utami, "Analisis Kinerja Coverage & Kualitas Sinyal 4G Lte Pada Operator Seluler Di Kota Purbalingga," *Media Elektr.*, vol. 10, no. 2, p. 8, 2017.
- [14] A. Ludyo, "Bab II konsep dasar," vol. 2, pp. 5–14, 2021, [Online]. Available: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/home/catalog/id/170651/slug/perbaikan-performansi-terhadap-daerah-cakupan-jaringan-lte-di-sepanjang-jalur-kereta-railink-dari-stasiun-batuceper-ke-stasiun-bni-city.html>.
- [15] W. Setiaji, A. A. Muayyadi, and H. Wijanto, "Analysis Performance and Optimization of Long Term Evolution Network In Tol Padaleunyi," *Maret*, vol. 5, no. 1, pp. 252–258, 2018, [Online]. Available: <https://libraryeproceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/6258>.
- [16] J. G. Apostolopoulos, W. Tan, and S. J. Wee, "Video Streaming: Concepts, Algorithms, and Systems," *Int. Encycl. Commun. Theory Philos.*, pp. 1–35, 2002, [Online]. Available: <https://www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-260.pdf>.