AITI: Jurnal Teknologi Informasi, Volume 22 No. 1 Maret 2025, 15-28
ISSN 1693-8348 E-ISSN 2615-7128

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI

Analisis performansi dan optimasi jaringan 4G LTE di Kecamatan Kelayang

Dedek Suprianto [1], Mulyono [2] , Teddy Purnamirza [3] , Rika Susanti [4]
[1,2,3,4] Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. H.R Soebrantas KM. 15 No. 155 Tuah Madani, Pekanbaru 28298, Indonesia
Email: [2]mulyono@uin-suska.ac.id

Riwayat Artikel		
Diterima:	Direvisi:	Disetujui:
01-01-2024	01-02-2024	01-03-2024

Abstract

LTE provides data speeds of up to 100 Mbps on the downlink and up to 50 Mbps on the uplink. Kelayang District is one of the places that has many LTE users because of its densely populated location, especially in the Peranap and Bongkal Malang areas. Based on the drive test results, problems were found, namely the quality of throughput, RSRP and SINR, which were in very poor condition. Therefore, an optimization simulation was carried out using the electrical tilt method. After optimization, the throughput results on SITE_PERANAP_4G and SITE_BONGKAL_MALANG 4G increased to 49,000 kbps. After optimization, the RSRP parameter results on SITE_PERANAP_4G and SITE_BONGKAL_MALANG 4G increased to >= -70 dBm. The SINR parameter results on SITE_PERANAP_4G from a value of -20 dB increased to 30 dB after optimization. Meanwhile, at SITE_BONGKAL_MALANG 4G, the value increased from -20 dB to 20 dB after optimization.

Keywords: *drive test, electrical tilt, LTE, optimization*

Abstrak

LTE menyediakan kecepatan data hingga 100 Mbps pada *downlink* dan hingga 50 Mbps pada *uplink*. Kecamatan Kelayang merupakan salah satu tempat yang memiliki banyak pengguna LTE, karena lokasinya yang padat penduduk, khususnya di kawasan Peranap dan Bongkal Malang. Berdasarkan hasil drive test, ditemukanlah permasalahan yaitu mutu throughput, RSRP serta SINR yang kondisinya sangat kurang baik. Oleh karena itu, dilakukan simulasi optimasi menggunakan metode *electrical tilt*. Hasil throughput pada SITE_PERANAP_4G dan SITE_BONGKAL_MALANG 4G setelah optimasi meningkat menjadi 49.000 kbps. Hasil parameter RSRP pada SITE_PERANAP_4G dan SITE_BONGKAL_MALANG 4G setelah optimasi meningkat menjadi >= -70 dBm. Hasil parameter SINR pada SITE_PERANAP_4G dari nilai -20 dB meningkat menjadi 30 dB setelah optimasi. Sementara itu, pada SITE_BONGKAL_MALANG 4G dari nilai -20 dB meningkat menjadi 20 dB setelah optimasi.

Kata kunci: *drive test, electrical tilt,* LTE, optimasi

Pendahuluan

Pertumbuhan teknologi telekomunikasi sangat pesat sehingga berarti sekali untuk pengguna untuk mendapatkan komunikasi serta data dengan cepat serta gampang. Saat ini teknologi telekomunikasi sudah mengalami perkembangan sampai ke generasi keempat yaitu jaringan 4G LTE [1], [2], [3]. *Long Term Evolution* (LTE) adalah standar komunikasi nirkabel yang merupakan bagian dari teknologi generasi keempat (4G). LTE dirancang untuk memberikan kinerja lebih tinggi, kecepatan transfer data lebih cepat, dan efisiensi spektral lebih baik dibandingkan teknologi 3G sebelumnya [4]. Teknologi *Long Term Evolution* (LTE) sendiri menghadirkan kecepatan *downlink* hingga 100 Mbps dan *uplink* hingga 50 Mbps. Jaringan LTE adalah komunikasi canggih untuk mengakses data nirkabel berbasis GSM/EDGE dan UMTS/HSPA, teknologi LTE menyediakan pengunduhan 300 Mbps dan pengunggahan 75 Mbps. Salah satu manfaat LTE adalah dapat mengakomodasi kebutuhan akses data dan media berkecepatan tinggi dari operator dari generasi sebelumnya. Selain itu, LTE dapat menghemat biaya operasional, memfasilitasi penggunaan banyak antena, meningkatkan jangkauan dan kapasitas layanan, menggunakan *bandwidth* operasional secara fleksibel, dan terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada sebelumnya [5], [6]. Tabel 1 menunjukkan sejumlah hasil penelitian yang berkaitan dengan subjek yang sedang dibahas.

Tabel 1 Hasil Penelitian

No	Referensi	Hasil Penelitian
1	[7]	Hasil 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.
2	[8]	Hasil ini mendapatkan hasil parameter RSRP di lantai 1 performa terbaik dimiliki oleh *provider* X= -89 dBm di sektor 5 dan nilai terburuk oleh *provider* Z di sektor 2 dengan nilai tak diketahui. Performa terbaik di lantai 2 dimiliki oleh *provider* Y= -74 dBm di sektor 5 dan nilai terburuk oleh provider Z di sektor 2 dengan nilai -130 dBm. Performa terbaik di lantai 3 dimiliki oleh *provider* Y= -62 dBm dan nilai terburuk oleh *provider* Z di sektor 4 dengan nilai -125 dBm. Dari hasil pengukuran 5 sektor, disimpulkan bahwa di beberapa titik performa jaringan berada dalam kondisi yang buruk.

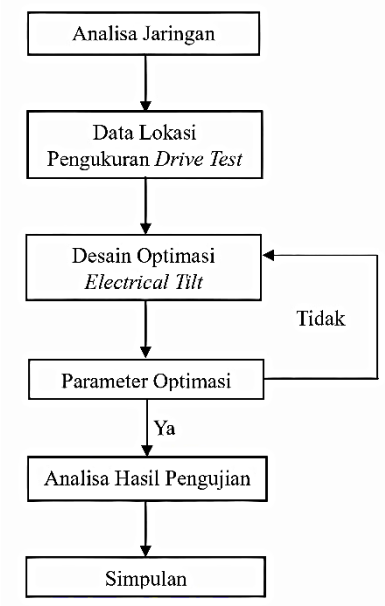
No	Referensi	Hasil Penelitian
3	[9]	Optimasi dengan pendekatan ACP (*Automatic Cell Planning*) menghasilkan perbaikan sebagai berikut: parameter RSRP sebesar -79,17 dBm, SINR sebesar 14,50 dB, dan *throughput* sebesar 39000 kbps. Pendekatan ACP meningkatkan cakupan eNodeB dan memperbaiki kondisi jaringan di wilayah Kubu Gulai Bancah, sesuai dengan hasil optimasi.
4	[10]	Untuk mengetahui kualitas jaringan perlu dilakukan pengambilan data di lapangan, metode yang digunakan adalah metode *drive test*. Untuk hasil penelitiannya mendapatkan kualitas jaringan SINR sangat baik dan untuk hasil parameter RSRP mendapatkan kualitas jaringan yang sangat baik.

Oleh karena itu, penerapan LTE di Indonesia masih terkendala dengan terjaganya kinerja jaringan. Banyak masyarakat yang tinggal di kecamatan Kelayang, namun jarang sekali mereka mendapatkan pelayanan yang lebih baik. Salah satunya terletak di kawasan Peranap dan Bongkal Malang yakni wilayah Kecamatan Kelayang. Pengguna jaringan seringkali mengeluhkan lemahnya sinyal LTE yang diterimanya, sehingga mengakibatkan lambatnya akses data serta terganggunya aktivitas bisnis dan komunikasi. Optimalisasi jaringan LTE dalam suatu wilayah diperlukan untuk meningkatkan kualitas jaringan.

Pada penelitian analisis dan optimasi kinerja jaringan 4G LTE ini, dilakukan supaya mengetahui nilai beberapa parameter pada jaringan 4G LTE seperti *Throughput, Reference Signal Receive Power* (RSRP) dan *Signal Interference to Noise Ratio* (SINR). Oleh karena itu, berupaya untuk mengetahui kualitas jaringan 4G LTE *provider* telekomunikasi pada area kecamatan Kelayang di desa Peranap dan desa Bongkal Malang. Diharapkan dengan ini kualitas jaringan 4G LTE pada area kecamatan Kelayang di desa Peranap dan desa Bongkal Malang meningkat, untuk membantu operator telekomunikasi mengoptimalkan layanan dalam jaringan telekomunikasinya dan mengatasi permasalahan sinyal yang diterima tidak stabil sehingga terdeteksi di bawah standar nilai-nilai *Key Performance Indicator* (KPI).

Metode Penelitian

Electrical tilt digunakan dalam penelitian ini karena kapasitasnya untuk mengatasi masalah RSRP, keadaan SINR, dan *throughput* yang tidak stabil dan buruk. Oleh karena itu, untuk membentuk suatu sistem yang sesuai dengan tujuan, data kerja yang diperoleh perlu dianalisis untuk menarik kesimpulan. Diagram alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan penelitian

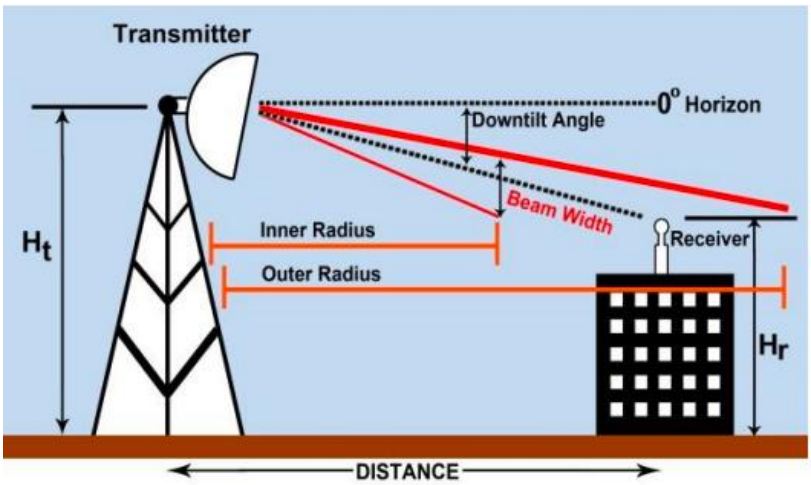
Pada tahap analisis jaringan dilakukan proses pengamatan dan pencarian berbagai sumber informasi dari literatur tentang sebuah optimasi 4G LTE yang akan diterapkan. Selain itu dilakukan pula pencarian informasi tentang kelebihan dan kekurangan dari optimasi yang akan dipakai. Tahapan penelitian ini berkaitan tentang optimasi 4G LTE yang ditinjau dari parameter *throughput*, RSRP dan SINR menggunakan metode *electrical tilt* di wilayah kawasan Peranap dan Bongkal Malang yakni di Kecamatan Kelayang [11].

Data lokasi dan rute terpengaruh setelah selesainya survei lokasi. Wilayah ini merupakan wilayah sasaran dengan kualitas *throughput*, RSRP dan SINR yang dilaporkan memiliki jaringan yang buruk di wilayah tersebut yaitu di kawasan kecamatan Kelayang. Penyebabnya adalah di wilayah kawasan Peranap dan Bongkal Malang yakni di kecamatan Kelayang, Indragiri hulu berpenduduk sebanyak 472.799 orang dengan aktivitas tinggi [12]. Untuk meningkatkan kualitas layanan data, pengujian dan optimalisasi *driving* dilakukan di masing-masing wilayah penyedia *provider*. *Drive test* menggunakan aplikasi *G-NetTrack Lite* adalah teknik untuk mengumpulkan informasi tentang kualitas sinyal jaringan untuk meningkatkan kinerja jaringan. Data yang diperoleh adalah status *Radio Frekuensi* (RF) dalam konteks *Base Transceiver Station* (BTS) dan *Base Station Subsystem* (BSS) [13]. Peta digital, GPS, ponsel, dan perangkat lunak *drive test* semuanya disertakan dalam perjalanan ini. Hal ini memungkinkan para *engineer* mendapatkan cakupan RF dan menemukan masalah di lapangan [14],[15]. *Drive test* digunakan untuk memastikan nilai parameter dan permasalahan terkini yang dihadapi oleh *provider* jaringan seluler di lapangan guna memastikan kondisinya saat ini.

Electrical tilt didefinisikan sebagai pergeseran jangkauan antena yang disebabkan oleh variasi fasa antena yang disebabkan oleh variasi lebar pancaran antena. Biasanya pengaturan *electrical tilt* terdapat di bagian bawah antenna [16]. Untuk kemiringan ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$A_{dt} = tan^{-2}\left(\frac{Ht-Hr}{Distance(m)}\right)+\frac{Bw}{2} \quad (1)$$

Electrical tilt digunakan untuk mengurangi jangkauan di beberapa wilayah. Hal ini akan mengakibatkan antena hanya mampu melakukan sinkronisasi jangkauan menggunakan desain awalnya. Pada pembahasan kali ini, pengukuran ditunjukkan dengan desain *electrical tilt* seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Desain *Electrical Tilt*

Tahapan optimasi parameter merupakan standar nilai *Key Performance Indicator*. Hasil optimasi pada jaringan untuk 4G LTE dan ditentukan berfungsi atau tidaknya setiap parameter yang dioptimalkan. Jika tidak berhasil, proses optimasi akan diulang.

Throughput didasarkan pada kecepatan data aktual di mana informasi dikirimkan. Lebih lanjut, *throughput* dapat dijelaskan dalam bentuk jumlah data berhasil ditransfer dalam satu satuan waktu. *Throughput* ditentukan oleh nilai UE terhadap EnodeB. *Throughput* pengunduhan dan pengunggahan adalah dua jenis yang tersedia, dan simbol jaringan LTE adalah Mbps [17]. Tabel 2 memberikan nilai rentang *throughput* yang didasarkan pada kondisi eksisting.

Reference Signal Receive Power (RSRP) merupakan parameter yang mewakili tingkat intensitas sinyal yang diterima *client*. Sinyal ini diterima oleh *client* dari eNodeB atau eNodeB terdekat yang mencakup wilayah tersebut [18].

Tabel 2 *Range* nilai *throughput*

***Range* (Kbps)**	**Keterangan**	**Warna**
000 kbps s/d 52.000 kbps	Sangat baik	
31.000 kbps s/d 37.000 kbps	Baik	
20.000 kbps s/d 27.000 kbps	Normal	
12.000 kbps s/d 16.000 kbps	Buruk	
0 kbps s/d 11.000 kbps	Sangat buruk	

Tabel 3 *Range* nilai *Reference Signal Receive Power* (RSRP)

***Range* (dBm)**	**Keterangan**	**Warna**
>= -70 dBm	Sangat baik	
< -70 dBm sampai <= -80 dBm	Baik	
< -80 dBm sampai <= -90 dBm	Normal	
< -90 dBm sampai <= -100 dBm	Buruk	
< -100 dBm	Sangat buruk	

Signal Interference to Noise Ratio (SINR) merupakan sebuah indikator yang menyatakan rasio perbandingan antara sinyal yang dipancarkan dengan *noise*/gangguan yang terjadi selama pentrasmisiannya menuju pelanggan [19], [20].

Tabel 4 *Range* nilai SINR *(Signal Interference to Noise Ratio)*

***Range* (dB)**	**Keterangan**	**Warna**
20 dB sampai 30 dB	Sangat baik	
1 dB sampai 19 dB	Baik	
0 dB sampai -5 dB	Normal	
-7 dB sampai -6 dB	Buruk	
-14 dB sampai -20 dB	Sangat buruk	

Pada tahap penelitian ini dilakukan pengamatan dan pengumpulan informasi tentang keadaan lokasi. Kondisi wilayah ini meliputi garis lintang, garis bujur, daya pancar, dan kemiringan antena dengan ID eNodeB 040866 dan eNodeB ID 042264 setelah mencari dan mengumpulkan data dan mendapatkan nama *site*, yaitu: SITE_PERANAP_4G dan SITE_BONGKAL_MALANG_4G. Oleh karena itu, data *site* dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5 *Plotting site* Peranap

Nama Item	**Kondisi *Software*/*Hardware***
Nama *Site*	PERANAP_4G
ID eNodeB	040866
Area HCPT	central Sumatera
Kota Prioritas	Indragiri hulu
Frekuensi Band	2100 MHz
Longitude	101,9625832

Nama Item	Kondisi *Software*/*Hardware*		
Latitude	-0,52139095		
Altitude	510		
Electrical Tilt	1	2	3
	2°	2°	2°
Beam Power	25 dB		
Ketinggian Antena	40 m		
Azimuth Antena	1	2	3
	75°	145°	280°

Tabel 6 Plotting *site* Bongkal Malang

Nama Item	Kondisi *Software*/*Hardware*		
Nama *Site*	BONGKAL_MALANG_4G		
ID eNodeB	042264		
Area HCPT	central Sumatera		
Kota Prioritas	Indragiri hulu		
Frekuensi Band	2100 MHz		
Longitude	102,16904		
Latitude	-0,44793		
Altitude	510		
Electrical Tilt	1	2	3
	2°	2°	2°
Beam Power	25 dB		
Ketinggian Antena	42 m		
Azimuth Antena	1	2	3
	70°	140°	240°

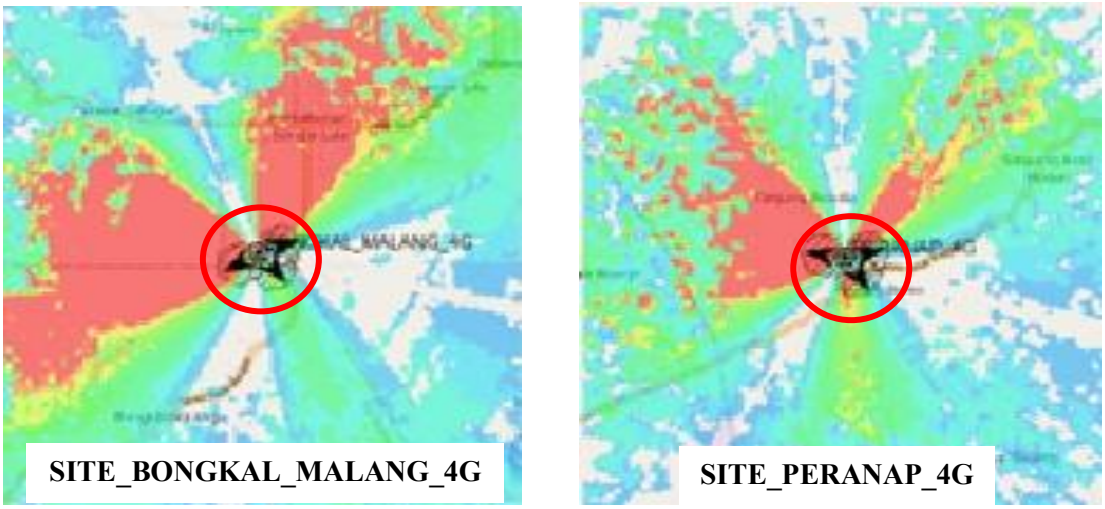
Hasil dan Pembahasan

Seperti disebutkan sebelumnya di bagian Metode, pendekatan *electrical tilt* digunakan untuk mengoptimalkan jaringan ini. Tujuan utama penggunaan teknik ini adalah untuk mengubah nilai atau keadaan kemiringan antena *site* sektoral. Dalam upaya meningkatkan kualitas dan cakupan area, modifikasi ini dapat dilakukan dengan mengatur nilai kemiringan antena sebelumnya dengan harapan dapat meningkatkan kualitas dan cakupan area PERANAP_4G_Cell 1 dan BONGKAL_MALANG_4G_Cell 2. Perubahan nilai *electrical tilt* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Perubahan Tilting Antena Cell

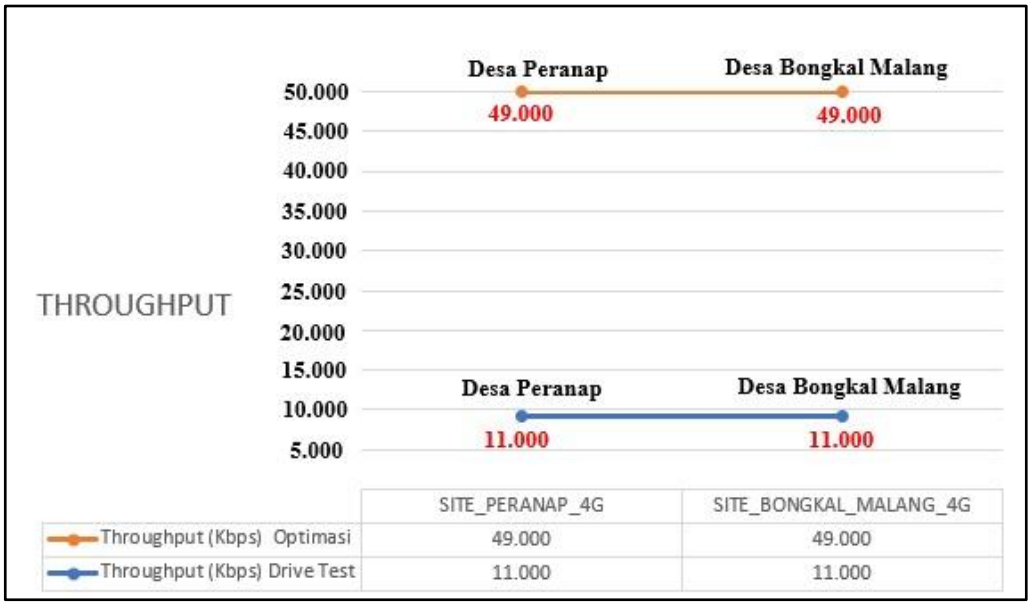
No	Area Lokasi Cell	Perubahan *Tilting* Antena *Cell*	
		Sebelum	Sesudah
1	PERANAP_4G_Cell 1	2°	5°
2	BONGKAL_MALANG_4G_Cell 3	2°	5°

Tabel 7 menunjukkan hasil perubahan tilting antena cell dengan *electrical tilt* nilai sektoral antena pada kondisi awal sebesar 2°, setelah perubahan *tilting* antena *cell* menjadi 5°. Hal ini menandakan optimasi semakin baik. Hasil pengukuran *drive test* dan hasil simulasi optimasi yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3 Hasil Optimasi *Throughput* SITE_PERANAP_4G dan SITE_BONGKAL_MALANG_4G

Pada Gambar 3 ditemukan kualitas *site* kinerja untuk parameter *throughput* dengan kondisi dengan nilai 49.000 kbps - 52.000 kbps (kondisi merah). Ini menunjukkan bahwa pada SITE_PERANAP_4G dan SITE_BONGKAL_MALANG_4G diperoleh nilai *throughput* yang stabil.



Gambar 4 Perbandingan *Throughput Drive Test* dan *Throughput* Optimasi

Perbandingan antara nilai *throughput* pada saat *drive test* dengan nilai *throughput* pada saat optimasi ditunjukkan pada Gambar 4. Pada saat optimasi terlihat adanya peningkatan yaitu nilai throughput menjadi 49000 kbps dari sebelumnya sebesar 11000 kbps.

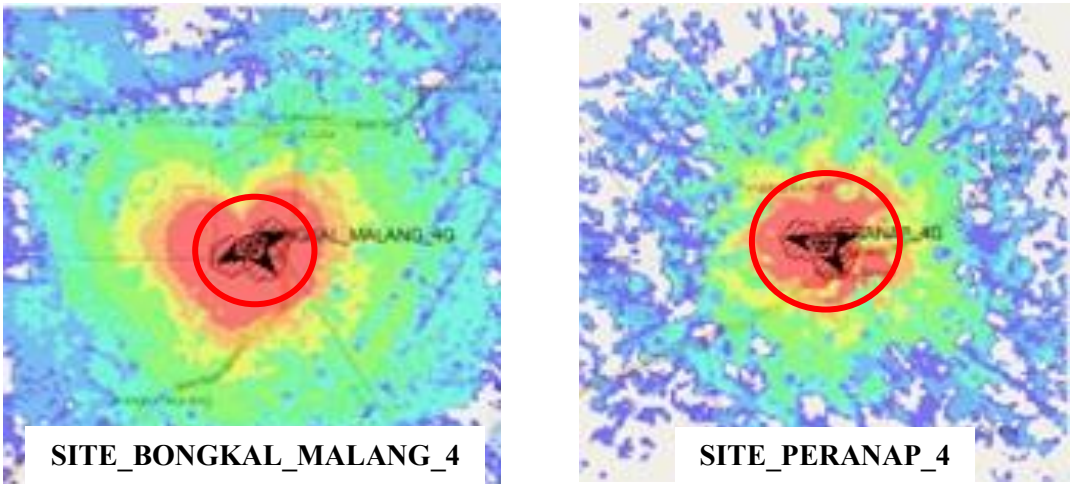
Pada Tabel 7 diperlihatkan hasil *drive test* sebelumnya di mana pada SITE_PERANAP_4G diperoleh hasilnya bahwa kualitas *throughput* jaringan sangat buruk yaitu 11.000 kbps (sangat buruk) ditunjukkan pada warna biru pada grafik. Namun, setelah optimalisasi jaringan, segalanya menjadi lebih baik dan kualitasnya kini mencapai 49.000 kbps, hal ini ditunjukkan pada warna oren pada grafik.

Tabel 7 Perbandingan *Throughput Drive Test* dan *Throughput* Optimasi

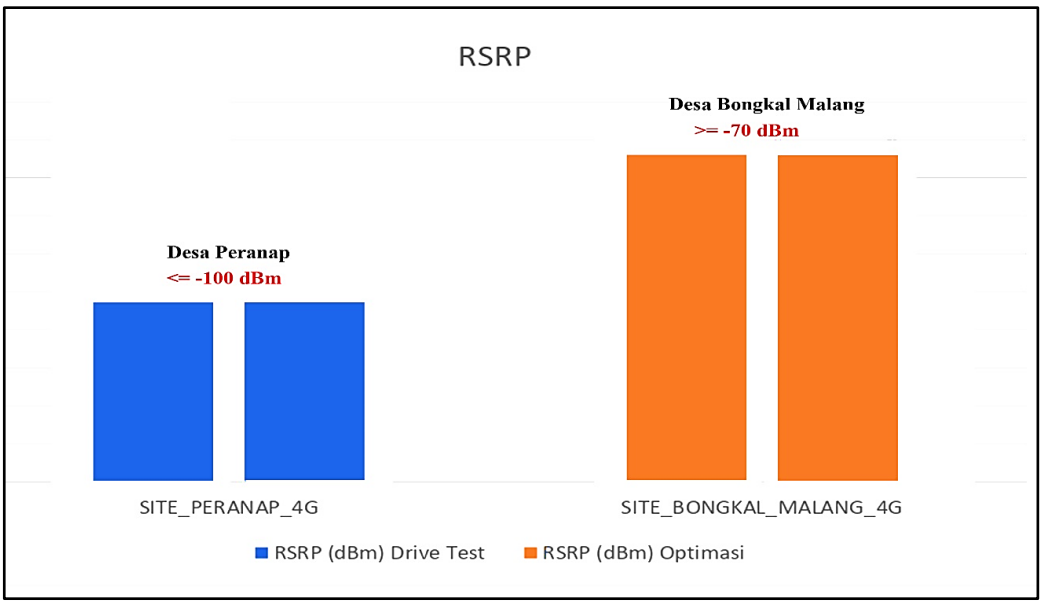
SITE	***Throughput* (Kbps)**	
	Drive Test	**Optimasi**
SITE_PERANAP_4G	11.000	49.000
SITE_BONGKAL_MALANG_4G	11.000	49.000

Pada SITE_BONGKAL_MALANG_4G ditemukan kualitas *throughput* jaringan cukup buruk, yaitu 11.000 kbps (sangat rendah) ditunjukkan pada warna biru pada grafik. Namun, setelah pengoptimalan jaringan, segalanya menjadi lebih baik dan kualitasnya sudah mencapai 49.000 kbps, yang sangat bagus ditunjukkan pada warna oren pada grafik.

Berdasarkan Gambar 5 ditemukan kualitas *site* kinerja untuk parameter RSRP dengan kondisi dengan nilai >= -70 dBm sampai <= -80 dBm (kondisi merah). SITE_PERANAP_4G dan SITE_BONGKAL_MALANG_4G diperoleh nilai RSRP yang stabil. Pada Gambar 6 dapat dilihat bagaimana perbandingan nilai RSRP pada saat *drive test* dan nilai RSRP pada waktu optimasi.



Gambar 5 Hasil optimasi RSRP SITE_PERANAP_4G dan SITE_BONGKAL_MALANG_4G



Gambar 6 Perbandingan RSRP *Drive Test* dan RSRP Optimasi

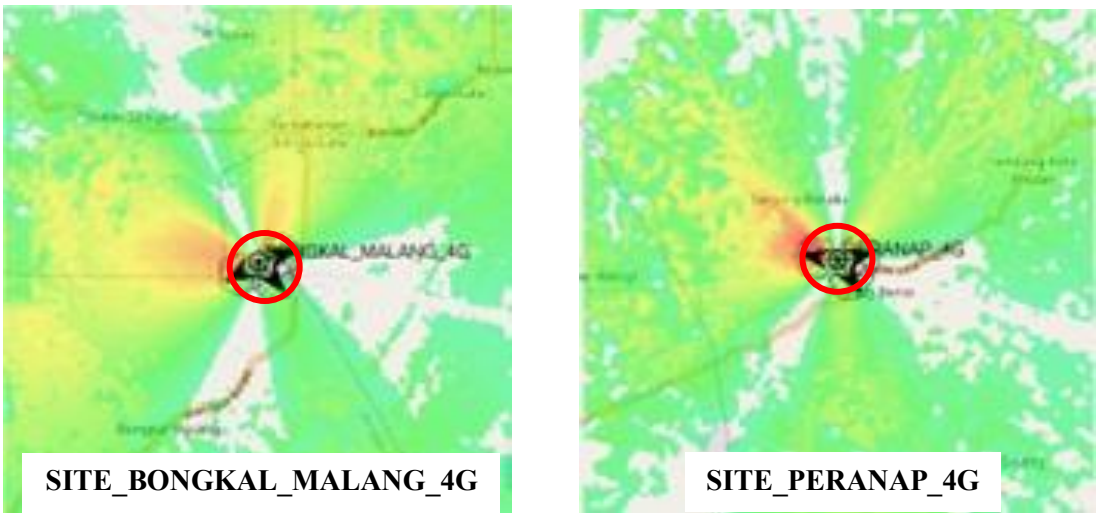
Pada Tabel 8 diperlihatkan hasil *drive test* sebelumnya di mana pada SITE_PERANAP_4G diperoleh hasilnya jika kualitas RSRP jaringan sangat buruk, berukuran kurang dari atau sama dengan -100 dBm. Namun situasinya telah membaik, dengan kualitas sekarang berada pada nilai >= -70 dBm (sangat baik), setelah optimalisasi jaringan.

Tabel 8 Perbandingan RSRP *Drive Test* dan RSRP Optimasi

SITE	RSRP (dBm)	
	Drive Test	**Optimasi**
SITE_PERANAP_4G	<= -100 dBm	>= -70 dBm
SITE_BONGKAL_MALANG_4G	<= -100 dBm	>= -70 dBm

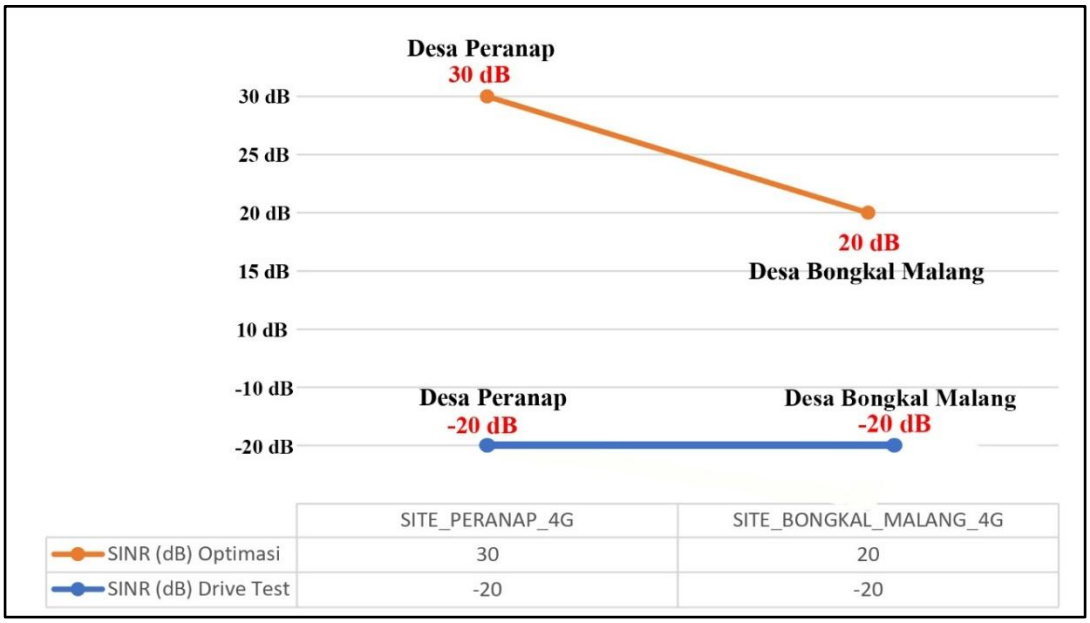
Pada SITE_BONGKAL_MALANG_4G ditemukan kualitas RSRP jaringan dalam kondisi sangat buruk, yaitu <= -100 dBm (sangat buruk). Namun setelah dilakukan optimasi jaringan, kondisi mengalami peningkatan di mana kualitasnya sudah berada pada nilai >= -70 dBm (sangat baik).

Pada Gambar 7, kualitas *site* kinerja untuk parameter SINR dengan kondisi dengan nilai 20 dB sampai 30 dB (kondisi merah) ditemukan. Ini menunjukkan bahwa pada SITE_PERANAP_4G dan SITE_BONGKAL_MALANG_4G diperoleh nilai SINR yang stabil.



Gambar 7 Hasil optimasi SINR SITE_PERANAP_4G dan SITE_BONGKAL_MALANG_4G

Pada Gambar 8 dapat dilihat bagaimana perbandingan nilai SINR pada saat *drive test* dan nilai SINR pada waktu optimasi. Hasil optimasi menunjukkan bahwa pada site Desa Pranap sebesar 30 dB dan pada site Desa Bongkal Malang sebesar 20 dB dari kondisi awal SINR keduanya sebesar-20dB.



Gambar 8 Perbandingan SINR *Drive Test* dan SINR Optimasi

Pada Tabel 9 ditunjukkan hasil *drive test* sebelumnya di mana pada SITE_PERANAP_4G diperoleh hasilnya bahwa kualitas SINR jaringan sangat buruk, yaitu -20 dB (sangat buruk). Namun setelah optimalisasi jaringan, segalanya menjadi lebih baik, dan kualitasnya kini 30 dB (sangat bagus). Pada

SITE_BONGKAL_MALANG_4G ditemukan kualitas SINR jaringan pada tingkat yang sangat buruk, khususnya -20 dB (sangat buruk). Namun, setelah optimalisasi jaringan, keadaan kini menjadi lebih baik, dengan kualitas kini mencapai 20 dB (sangat bagus).

Tabel 9 Perbandingan SINR *Drive Test* dan SINR Optimasi

SITE	SINR (dB)	
	Drive Test	**Optimasi**
SITE_PERANAP_4G	-20 dB	30 dB
SITE_BONGKAL_MALANG_4G	-20 dB	20 dB

Simpulan

Adapun kesimpulan temuan perhitungan simulasi dan analisis pada penelitian ini, ialah untuk nilai *throughput* didapatkan hasil simulasi yang telah dilakukan, dapatlah nilai di SITE_PERANAP_4G diperoleh dari 11.000 kbps (sangat buruk) menjadi 49.000 kbps (sangat baik) sedangkan nilai di SITE_BONGKAL_MALANG_4G diperoleh dari 11.000 kbps (sangat buruk) menjadi 49.000 kbps (sangat baik). Untuk nilai RSRP didapatkan hasil simulasi yang telah dilakukan, dapatlah nilai di SITE_PERANAP_4G diperoleh dari <= -100 dBm (sangat buruk) menjadi >= -70 dBm (sangat baik) sedangkan nilai di SITE_BONGKAL_MALANG_4G diperoleh dari <= -100 dBm (sangat buruk) menjadi >= -70 dBm (sangat baik). Untuk nilai SINR didapatkan hasil simulasi yang telah dilakukan, dapatlah nilai di SITE_PERANAP_4G diperoleh dari -20 dB (sangat buruk) menjadi 30 dB (sangat baik) sedangkan nilai di SITE_BONGKAL_MALANG_4G diperoleh dari dari -20 dB (sangat buruk) menjadi 20 dB (sangat baik).

Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa pengaruh *electrical tilt* pada cakupan dapat diterima, sehingga peningkatan kualitas sangat baik pada parameter jaringan *throughput*, RSRP dan SINR. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan pada sistem metode *Automatic Cell Planning* (ACP) untuk meningkatkan *coverage* area dari setiap eNodeB dan kondisi jaringan wilayah kecamatan Kelayang sudah berada pada kategori *good* (baik).

Daftar Pustaka

[1] Arin Anjani, "Analysis of Indihome Product Marketing Strategy PT Telkom Kandatel Bantul," hlm. 1–27, 2015, [Daring]. Tersedia pada: http://eprints.uny.ac.id/28067/1/ArinAnjani_12810134013.pdf

[2] A. Sugiharto dan I. Alfi, "Analisa Performa Jaringan 4G LTE Berbagai Provider Seluler di Area Kota Yogyakarta Analysis of 4G LTE Network Performance of

Cellular Providers In Yogyakarta City Area," *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, vol. 1, 2018, [Daring]. Tersedia pada: www.smartfren.com

[3] M. Ulfah, "Peningkatan Area Jangkuan Jaringan 4G LTE (Studi Kasus Kecamatan Samarinda Ulu)," *Jurnal ECOTIPE*, vol. 5, no. 1, hlm. 33–38, 2018, doi: https://10.33019/ecotipe.v5i1.32.

[4] W. Setiaji, A. A. Muayyadi, dan H. Wijanto, "Analisis Performansi dan Optimasi Jaringan Long Term Evolution (LTE) pada Wilayah Tol Padaleunyi," *Maret*, vol. 5, no. 1, 2018.

[5] Rahmania, "Analysis of Long Term Evolution (LTE/4G) Network Area Coverage in the Makassar Region," *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 1, hlm. 26–36, 2020.

[6] F. A. Rahmat dan D. Chandra, "Performance Analysis of 4G Long Term Evolution Network Quality in Singgalang Residential Area, Koto Tangah, Padang City," *TELEKONTRAN*, vol. 10, no. 2, 2022.

[7] E. M. Dos, S. Belo, D. E. D. G. Pollo, dan S. O. Manu, "Analisis Kinerja Jaringan 4G Long Term Evolution (LTE) Berdasarkan Data Drive Test Pada PT. Indosat Kupang,"." *Jurnal Media Elektro*, vol. 10, no. 2, 30 Oct. 2021, doi:10.35508/jme.v10i2.5117 vol. X, no. 2, hlm. 79–86, 2021.

[8] R. Ayubianto dan M. Mulyono, "Analisis Kualitas Jaringan 4G LTE Studi Kasus PT.Ramayana Sudirman Pekanbaru," *remik*, vol. 7, no. 1, hlm. 246–258, Jan 2023, doi: https://10.33395/remik.v7i1.12040.

[9] M. H. Adwel dan M. Mulyono, "Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Automatic Cell Planning (ACP) di Wilayah Kubu Gulai Bancah," *remik*, vol. 7, no. 1, hlm. 233–245, Jan 2023, doi: https://10.33395/remik.v7i1.12033.

[10] F. A. Rahmat, "Analisis Kinerja Kualitas Jaringan 4G LTE Di Kawasan Perumahan Singgalang, Koto Tangah, Kota Padang," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 10, no. 2, hlm. 106–115, Okt 2022, doi: https://10.34010/telekontran.v10i2.7904.

[11] Mhd Azwar Taruna, Mulyono, R. Susanti, dan Sutoyo, "LTE Optimization Using The Electrical Tilt Method At The Site," *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, vol. 4, no. 1, hlm. 578–585, 2022, doi: https://doi.org/10.37385/jaets.v4i1.1320.

[12] BPS Indragiri Hulu, "Badan Pusat Statistik (BPS) Kecamatan Kelayang Kabupaten Indragiri Hulu," 2024. Diakses: 27 Mei 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://inhukab.beta.bps.go.id/id/publication/2023/09/26/1dde61d1ae2908cf3337401f/kecamatan-kelayang-dalam-angka-2023.html

[13] F. K. Karo, E. Setia Nugraha, dan F. N. Gustiyana, "Analisis Hasil Pengukuran Performansi Jaringan 4G LTE 1800 MHz di Area Sokaraja Tengah Kota Purwokerto Menggunakan Genex Asistant Versi 3.18," *AITI: Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 16, no. Agustus, hlm. 115–124, 2020, doi: https://doi.org/10.24246/aiti.v16i2.115-124.

[14] R. Tri, S. Simanjuntak, P. H. Rantelinggi, dan K. Yuliawan, "Metode Drive Test Sebagai Monitoring Unjuk Kerja Jaringan Nirkabel Pada Gedung-Gedung Di Lingkungan Universitas Papua," vol. 7, no. 6, hlm. 1245–1252, 2020, doi: https://10.25126/jtiik.202072898/.

[15] Pantodja Dhimas F, Nugroho Setia B, dan Usman Kurniawan U, "Analisis Performansi dan Optimasi Jaringan LTE Untuk Layanan Streaming Video di Dago-Ciumbuleuit, Bandung LTE," *eProceedings of Engineering*, vol. Vol. 9 No. 6, no. Desember, hlm. 1–8, Sep 2023, Diakses: 27 Mei 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/18911

[16] E. Purwa Laksana dan E. Julio Aldo Restu, "Optimasi Jaringan LTE Menggunakan Metode Electrical Tilt Di Karet Kuningan LTE," vol. 19, no. 4, hlm. 397–410, 2020, doi: https://doi.org/10.33633/tc.v19i4.3730.

[17] A. Firdaus Sya'adillah, U. Kuriawan Usman, dan N. Andini, "Analisa Kinerja Jaringan LTE Pada Kondisi Propagasi Outdoor Di Daerah Sub-Urban Kecamatan Dayeuhkolot Dan Margahayu," vol. 8, no. 1, hlm. 114, 2021, Diakses: 27 Mei 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://repositori.telkomuniversity.ac.id/pustaka/166979/analisa-kinerja-jaringan-lte-pada-kondisi-propagasi-outdoor-di-daerah-sub-urban-kecamatan-dayeuhkolot-dan-margahayu.html

[18] W. Muhammad Afif, R. Saptono, P. Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, P. Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro, dan P. Negeri Malang, "Analisis Kinerja Signal Booster 4G LTE 1800 MHz pada Gedung AH Lantai 1 Politeknik Negeri Malang," *Jurnal Jartel)*, vol. 11, no. 1, hlm. 32–36, 2021, doi: https://doi.org/10.33795/jartel.v11i1.25 .

[19] R. S. Hadikusuma *dkk.*, "Analisis Quality of Service (QOS) Jaringan Provider Tri Melalui Drive Test Di Purwakarta," vol. 6, no. 2, hlm. 387–394, Jul 2021, doi: https://doi.org/10.35261/barometer.v6i2.5205 .

[20] I. P. Indra Ully Widhi Nugraha *dkk.*, "Analisis Pengukuran Kualitas Layanan Pada Jarigan 4G," vol. 8, no. 1, hlm. 1–10, 2021, doi: https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2021.v08.i01.p10 .