

ANALISIS PERFORMANSI JARINGAN *OUTDOOR* 4G LTE DI JALAN MALIOBORO YOGYAKARTA

Rafiqy Ma'ruf

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

e-mail: rafiqymaruf@gmail.com

Intisari

Perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini tidak hanya berkaitan dengan informasi suara, melainkan juga data dan video. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka dibutuhkan media transmisi yang mampu mengirimkan data dengan kualitas baik. Jalan malioboro merupakan sebuah lokasi yang selalu ramai dikunjungi baik oleh wisatawan lokal ataupun wisatawan luar daerah. Padatnya gedung-gedung dan ramainya pengguna selular di jalan malioboro mampu mempengaruhi performansi jaringan 4G di daerah tersebut sehingga di wilayah ini dibutuhkan konektivitas layanan jaringan yang bagus. Penelitian ini menggunakan aplikasi *G-Net Track Pro* sebagai *tools* utama untuk melakukan pengambilan data performansi jaringan. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode *drive test* yang dilakukan dengan cara berjalan di sepanjang jalan malioboro sehingga didapat hasil pengukuran parameter yang telah ditentukan yaitu RSRP, RSSI, dan RSRQ. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan nilai RSRP di Jalan Malioboro rata-rata bernilai -70 dBm sampai dengan -100 dBm dimana jika seluruh titik dirata-rata mendapatkan nilai -86,4 dBm. Nilai tersebut jika ditunjukkan berdasarkan standar KPI di *G-Net Track Pro* berada pada range nilai -80 dBm sampai dengan -90 dBm yang berkondisi baik. RSRQ terukur rata-rata bernilai -6 dB sampai dengan -18 dB dimana jika seluruh titik dirata-ratakan mendapat nilai -12,7 dB. Nilai tersebut jika ditunjukkan berdasarkan standar KPI di *G-Net Track Pro* berada pada range nilai -10 dB sampai dengan -14 dB yang berkondisi normal.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini tidak hanya berkaitan dengan informasi suara, melainkan juga data dan video. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka dibutuhkan media transmisi yang mampu mengirimkan data dengan kualitas baik. Perkembangan sistem telekomunikasi yang begitu cepat menjadikan masyarakat dapat menikmati mobilitas jaringan internet dalam hal komunikasi dan informasi khususnya pada jaringan komunikasi selular. Berdasarkan perkembangan tersebut, masyarakat menjadi mudah dalam melakukan aktifitas, terutama pada teknologi *mobile phone* dimana setiap informasi dapat diakses.

Komunikasi selular merupakan jenis komunikasi bergerak menggunakan jaringan nirkabel sebagai media transmisinya. Sistem komunikasi ini mampu melayani banyak pengguna dengan cakupan area geografis yang cukup luas dalam frekuensi terbatas.

Pada perkembangannya, jaringan komunikasi selular pada saat ini telah mencapai generasi ke 4 yang biasa disebut dengan jaringan 4G (*Fourth Generation Technology*). 4G

merupakan perkembangan dari jaringan 2G dan 3G. Terdapat 2 kandidat standar untuk jaringan 4G yang dikomersialkan di dunia, yaitu standar WiMax yang berasal dari Korea Selatan sejak 2006 dan standar LTE (*Long Terms Evolution*) yang berasal dari Swedia sejak 2009. Di Indonesia, penggunaan standar WiMax perlahan mulai ditinggalkan karena belum memenuhi standar 4G yang telah ditetapkan IMT-Advanced. LTE merupakan teknologi yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, sehingga provider di Indonesia menggunakan LTE sebagai standar jaringannya.

Jaringan 4G LTE memiliki standar komunikasi akses data nirkabel dengan kecepatan yang tinggi. Secara teori, teknologi LTE mampu mencapai kecepatan donwlink hingga 300 Mbps dan uplink 75 Mbps. Saat ini, cakupan teknologi 4G LTE sudah cukup merata untuk menjangkau wilayah-wilayah yang ada di Indonesia. Namun, beberapa wilayah masih belum terjangkau oleh teknologi ini sehingga *provider* telekomunikasi di Indonesia berusaha memperluas jaringannya.

Permasalahan yang dihadapi adalah sulitnya akses untuk terkoneksi ke jaringan 4G LTE yang disebabkan oleh beberapa hal diantaranya jauh dari lokasi tower layanan 4G LTE ataupun konstruksi lokasi/bangunan yang susah untuk dipancarkannya sinyal 4G LTE.

Jalan malioboro merupakan sebuah lokasi yang selalu ramai dikunjungi baik oleh wisatawan lokal ataupun wisatawan luar daerah. Padatnya gedung-gedung dan ramainya pengguna selular di jalan malioboro mampu mempengaruhi performansi jaringan 4G di daerah tersebut. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan membahas mengenai “Analisis Performansi Jaringan Outdoor 4G LTE di Jalan Malioboro Yogyakarta”.

II. TEORI PENUNJANG

2.1 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)

OFDMA merupakan teknik *multiple access* yang menggunakan frekuensi dan juga waktu sebagai pemisah antara para *user*-nya. Selain bisa membagi *user* berdasarkan waktu dan frekuensi, OFDMA juga memiliki kelebihan lainnya yaitu mampu menghemat *bandwidth* karena sinyal masing-masing *subcarrier* pada OFDMA dapat *overlap* dengan yang lainnya.

OFDMA menggunakan RB (*Resource Block*) sebagai satuan *resource*. Setiap *user* tidak mungkin mendapat *resource* yang kurang dari 1 RB. Setiap RB terdiri dari 12 *subcarrier* dan 7 *timeslot*. Pada gambar 2.11 dapat dilihat bagian berwarna biru merupakan 1 RB yang berisi 12 *subcarrier* dan 7 *timeslot*. Satuan terkecil dari RB merupakan RE (*Resource Element*) berisikan 1 simbol OFDMA yang mana 1 RB terdiri dari 84 RE.

Nilai *Resource Block* dipengaruhi oleh jumlah *bandwidth* yang digunakan. OFDMA pada LTE memiliki *bandwidth* yang dikonfigurasi menjadi 6 macam yaitu 1.4MHz, 3MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, dan 20MHz.

Tabel. 2.1. Jumlah RB berdasarkan konfigurasi *bandwidth*.

Konfigurasi Bandwidth	1.4 Mhz	3 Mhz	5 Mhz	10 Mhz	15 Mhz	20 Mhz
Jumlah RB	6	15	25	50	75	100

2.2 Parameter Performansi Radio LTE

Menurut (Haq, 2017), optimasi jaringan merupakan kegiatan yang dilaksanakan untuk meningkatkan kinerja performansi suatu jaringan selular. Optimasi dilakukan untuk mendapat kualitas jaringan terbaik dengan menggunakan data yang tersedia. Berikut merupakan beberapa parameter performansi jaringan LTE:

1. RSSI (*Reference Signal Strength Indicator*)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) adalah ukuran *power bandwidth* termasuk *servicing cell power*, *noise*, dan *interference power* (Haq, 2017).

2. RSRP (*Reference Signal Received Power*)

RSRP merupakan rata-rata *linear* daya yang dibagikan pada *resource elements* yang membawa *reference signal* dalam rentang *bandwidth* yang digunakan. Semakin jauh jarak antara *site* dan *user*, maka akan semakin kecil nilai RSRP yang diterima oleh *user*. RS merupakan *reference signal* di tiap titik jangkauan. Pengguna yang berada di luar jangkauan akan tidak mendapatkan layanan LTE. Fungsi RSRP yaitu untuk memberi informasi ke UE (*User Equipment*) mengenai kuat sinyal suatu *cell* berdasarkan perhitungan *path loss* dan memiliki peranan dalam proses *handover* dan *cell selection-reselection*. Menurut (Pratama, AY. 2018) Faktor yang mempengaruhi terjadinya daya sinyal rendah yaitu:

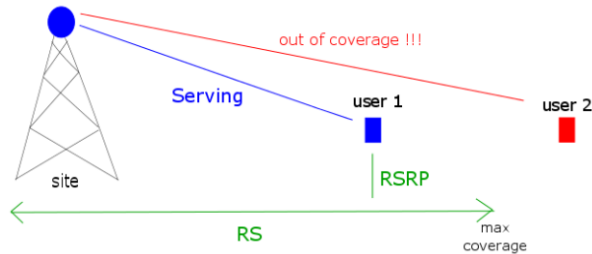
- Lokasi site
- Kesalahan pada perangkat keras
- Cell* tidak berfungsi
- Daya pemancar
- Tinggi antenna
- Arah antenna
- Kondisi *missing neighbor*

Pada teknologi 2G, parameter RSRP dapat dianalogikan sebagai RxLevel dan pada teknologi 3G dianalogikan sebagai RSCP. Menurut (Nurhasanah, dkk, 2017) RSRP dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$RSRP = RSSI(dBm) - 10 \cdot \log(12 \cdot N) \dots\dots (1)$$

Keterangan:

- RSSI = *Received Signal Strength Indicator* (dBm)
- N = Jumlah RBs di seluruh RSSI diukur dan tergantung pada BW



Gambar. 2.1. *User Equipment* menerima sinyal *-serving* RSRP dari *site*.

3. RSRQ (*Reference Signal Received Quality*)

RSRQ merupakan parameter yang menentukan kualitas sinyal yang diterima. RSRQ adalah rasio antara RSRP dan RSSI. RSRQ dapat dirumuskan sebagai berikut (Suhermawan, dkk, 2017):

$$RSRQ = 10 \cdot \log_{10}(\frac{RSRP}{RSSI}) \dots (2)$$

Keterangan:

- RB = *Resource Block* dari *bandwidth* yang diukur.
- RSRP = *Reference Signal Received Power* (dBm)
- RSSI = *Reference Signal Strength Indicator* (dBm)

2.3 G-Net Track Pro

G-Net Track Pro merupakan *software* berbayar yang terdapat pada *handphone* berbasis android yang digunakan untuk melakukan *drive test*. *G-Net Track Pro* dapat digunakan untuk mengukur performansi jaringan *indoor* ataupun *outdoor*. Aplikasi ini mendukung teknologi Long Term Evolution (LTE), *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS), GSM, CDMA, dan *Evolution Data Optimized* (EVDO). Aplikasi ini menghasilkan logfile hasil *drive test* yang dapat di-*export* ke aplikasi google earth.

2.4 Standar Performansi Jaringan

Standar performansi jaringan atau yang biasa disebut dengan KPI (*Key Performance Indicator*) merupakan standar yang digunakan sebagai target pencapaian yang digunakan oleh perusahaan ataupun operator jaringan. Aplikasi *G-Net Track Pro* memiliki standar pada setiap parameter performansi radio LTE nya, pada tabel 2.2 menunjukkan standar KPI untuk RSRP, tabel 2.3 menunjukkan standar KPI RSRQ.

Tabel 2.2. Standar KPI RSRP berdasarkan *G-Net Track Pro*.

Warna	RSRP (dBm)
Merah (sangat baik)	Kurang dari -60 dBm
Orange (sangat baik)	-60 s/d -70 dBm
Kuning (baik)	-70 s/d -80 dBm
Hijau (baik)	-80 s/d -90 dBm
Biru Muda (normal)	-90 s/d -100 dBm
Biru Tua (buruk)	-100 s/d -110 dBm
Abu-abu (buruk)	-110 s/d -120 dBm
Hitam (sangat buruk)	Lebih dari -120 dBm

Tabel 2.3. Standar KPI RSRQ berdasarkan *G-Net Track Pro*.

Warna	RSRQ (dB)
Biru Tua (sangat baik)	Lebih dari 5 dB
Biru (sangat baik)	5 s/d 2 dB
Tosca (sangat baik)	2 s/d -1 dB
Hijau (sangat baik)	-1 s/d -7 dB
Kuning (baik)	-7 s/d -10 dB
Orange (normal)	-10 s/d -14 dB
Merah (buruk)	-14 s/d -20 dB
Hitam (sangat buruk)	kurang dari -20 dB

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian Tugas Akhir

Penelitian ini menggunakan bahan berupa data hasil *drive test* jaringan 4G LTE *provider* Tri di jalan Malioboro Yogyakarta. Dalam penelitian ini digunakan alat dan bahan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) diantaranya:

1. *Handphone* Vivo 1610 dengan spesifikasi Android 6.0 *Marshmallow*, RAM 2 GB, processor *Quad-core* 1,4 Ghz *Snapdragon* 425.
2. Perangkat lunak berbasis Android yaitu *G-Net Track Pro* yang berfungsi untuk memonitor jaringan dan *drive test* pada perangkat yang beroperasi menggunakan *operating system* android.
3. Perangkat lunak *Google Earth* digunakan untuk menampilkan denah penelitian dan hasil *logfile drive test* yang dilakukan.
4. Perangkat lunak *Network Cell Info Lite* yang digunakan untuk mengetahui letak *cell* yang sedang digunakan oleh *user equipment*.

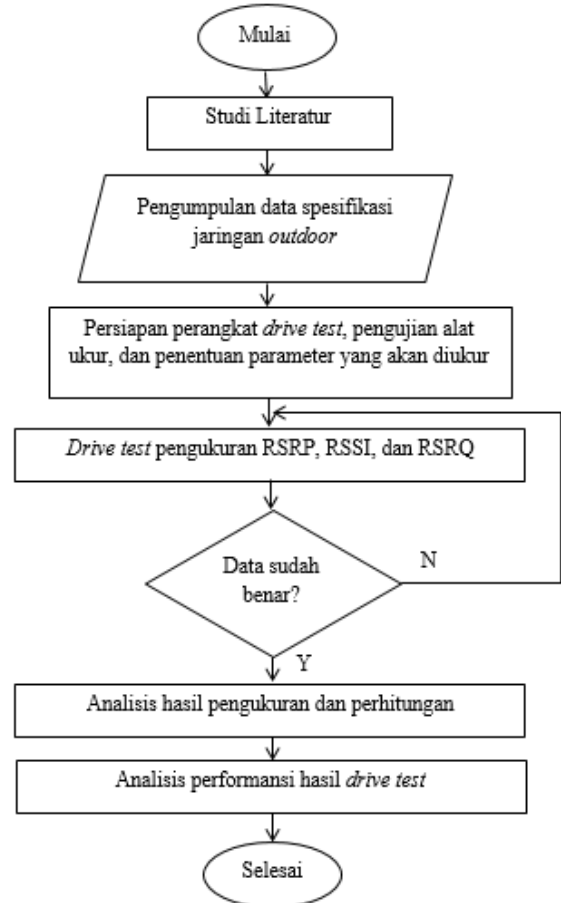
3.2 Lokasi Penelitian Tugas Akhir

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan wisata Jalan Malioboro Yogyakarta dengan total jalan malioboro sepanjang 1200 meter dari Jalan Pasar Kembang hingga titik Nol Km jalan malioboro. Jalan malioboro merupakan kawasan perbelanjaan yang terdapat di tengah kota Yogyakarta. Malioboro menyajikan berbagai aktivitas belanja mulai dari aktivitas tradisional hingga aktifitas belanja modern. Setiap tepi jalan malioboro dikelilingi oleh gedung-gedung besar. Lokasi ini selalu ramai dikunjungi oleh wisatawan lokal ataupun luar daerah setiap jam nya sehingga jalan malioboro ini selalu dalam kondisi ramai.

Pada proses penelitian ini menggunakan metode *drive test* yang merupakan istilah dalam pengerjaan pengukuran yang dilakukan dengan berjalan kaki dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan dilengkapi dengan peta digital, handset, GPS, dan software pendukung. Dengan metode ini dapat dihasilkan data

yang detail setiap titik penelitiannya. *Drive test* digunakan untuk mengetahui performansi jaringan dengan *coverage* yang tidak luas.

3.3 Langkah Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

Berdasarkan diagram alir diatas, penelitian yang dilaksanakan meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

1. Langkah pertama dilakukan pengumpulan data wilayah jalan Malioboro Yogyakarta dan parameter optimasi jaringan 4G LTE sesuai dengan standar KPI.
2. Dilakukan kalibrasi alat ukur yang akan digunakan, apakah telah sesuai dengan data parameter yang ingin diambil.
3. Dilaksanakan *drive test* di sepanjang jalan malioboro yang telah ditentukan dengan menentukan beberapa titik untuk menjadi patokan pengukuran dan perhitungan. *drive test* yang dilakukan dengan mengamati data parameter RSRP, RSSI, dan RSRQ.

4. Setelah mendapatkan data yang sesuai, lakukan analisis terhadap hasil pengukuran yang telah dilakukan. Dari hasil pengukuran, dilakukan perhitungan disetiap titik yang ditentukan dengan maksud agar perbandingan antara hasil pengukuran dan perhitungan dinyatakan sesuai.
5. Melakukan analisis performansi dengan hasil pengujian berdasarkan standar KPI yang diacu berdasarkan aplikasi G-Net Track Pro sehingga didapatkan hasil analisis performansi di jalan Malioboro Yogyakarta.
6. Langkah terakhir adalah memberikan kritik dan saran untuk optimalisasi jaringan 4G LTE di wilayah penelitian jika diindikasikan bahwa hasil performansi jaringan *provider* di wilayah tersebut buruk.

IV. PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian dan Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode *drive test* jaringan agar dapat diketahui optimal atau tidaknya jaringan *provider* Tri di jalan Malioboro Yogyakarta. Panjang jalan malioboro yang dilakukan untuk melakukan *drive test* yaitu sekitar 1200 meter dari titik awal jalan pasar kembang hingga titik akhir yaitu Nol KM Pos Indonesia. *Drive test* dilakukan dengan berjalan sepanjang kawasan jalan malioboro menggunakan *software* G-Net Track Pro yang terdapat pada sistem operasi android. Aplikasi ini telah terhubung dengan GPS sehingga dapat diketahui titik lokasi dimana *drive test* dilakukan. Pengukuran performansi jaringan 4G LTE ini menggunakan parameter RSRP sebagai parameter kuat sinyal yang diterima oleh UE (*User Equipment*) dari eNB, dan parameter RSRP sebagai parameter kualitas sinyal yang diterima. Kondisi jalan malioboro yang setiap sisinya dikelilingi oleh gedung merupakan sebagian faktor yang mempengaruhi daya pancar sinyal dari eNB *cell* ke UE.

4.1.1. Hasil Drive Test Pengukuran RSSI (*Reference Signal Strength Indicator*)

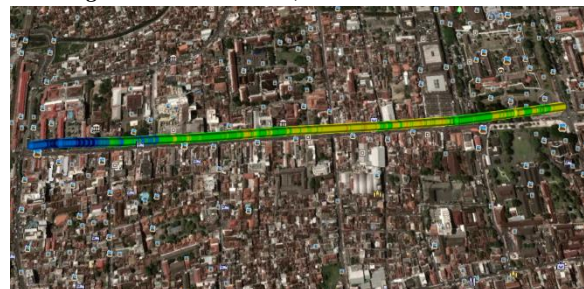
RSSI merupakan sinyal yang diterima pengguna dalam rentang frekuensi tertentu termasuk dengan noise dan interferensi atau dapat disebut juga dengan *wideband power*.

Nilai RSSI mempengaruhi hasil dari RSRP dan RSRQ. Berdasarkan hasil pengukuran di 10 titik didapatkan nilai RSSI seperti tabel 4.1. berikut.

Tabel. 4.1. Hasil pengukuran RSSI (*Reference Signal Strength Indicator*).

No	Letak	Pengukuran RSSI (dBm)
1	Titik 1	-70 dBm
2	Titik 2	-72 dBm
3	Titik 3	-68 dBm
4	Titik 4	-65 dBm
5	Titik 5	-63 dBm
6	Titik 6	-63 dBm
7	Titik 7	-64 dBm
8	Titik 8	-65 dBm
9	Titik 9	-63 dBm
10	Titik 10	-63 dBm

4.1.2. Hasil Drive Test Pengukuran RSRP (*Reference Signal Received Power*)



Gambar. 4.1. Hasil Pengukuran RSRP di Jalan Malioboro

Dari gambar 4.1. dapat dilihat bahwa hasil *drive test* di jalan malioboro secara keseluruhan memiliki RSRP yang baik. Nilai yang didapat dari hasil pengukuran menghasilkan warna biru tua dengan *range* nilai -100 dBm sampai -110 dBm kondisi buruk dengan presentase 8%, warna biru muda dengan *range* -90 dBm sampai dengan -100 dBm kondisi normal mendekati buruk dengan presentase 10%, warna *orange* dengan *range* -60 sampai dengan -70 dBm kondisi sangat baik dengan presentase 2%, warna kuning dengan *range* -70 dBm sampai -80 dBm kondisi baik dengan presentase 35%, dan warna hijau dengan *range* -80 dBm sampai dengan -90 dBm kondisi baik dengan presentase 40%. Level sinyal berwarna biru muda dan biru tua terdapat pada titik awal jalan malioboro

hingga di depan gedung DPRD Yogyakarta yang berarti pada daerah tersebut memiliki kondisi RSRP yang cukup buruk, dan dari depan mall malioboro sampai titik nol km malioboro memiliki level berwarna hijau dan kuning yang berarti level sinyal pada daerah tersebut rata-rata adalah berkondisi baik. Dari hasil tersebut, dapat diketahui bahwa secara total kuat sinyal provider Tri di jalan malioboro memiliki nilai yang baik. Semakin kecil level yang didapat oleh UE semakin sedikit sinyal yang dipancarkan oleh eNB cell.

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran RSRP (*Reference Signal Received Power*)

No	Letak	RSRP (dBm)	Indikator	Keterangan
1	Titik 1	-98	Biru Muda	Normal
2	Titik 2	-100	Biru Muda	Normal
3	Titik 3	-93	Biru Muda	Normal
4	Titik 4	-87	Hijau	Baik
5	Titik 5	-81	Hijau	Baik
6	Titik 6	-81	Hijau	Baik
7	Titik 7	-81	Hijau	Baik
8	Titik 8	-82	Hijau	Baik
9	Titik 9	-83	Hijau	Baik
10	Titik 10	-78	Kuning	Baik

4.1.3. Hasil Drive Test Pengukuran RSRQ (*Reference Signal Received Quality*)



Gambar. 4.2. Hasil pengukuran RSRQ di Jalan Malioboro

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa warna yang dihasilkan dari hasil pengukuran yaitu warna merah dengan range nilai -14 s/d -20 dB kondisi buruk dengan presentase sekitar 30%, warna orange dengan range nilai -10 s/d -14 dB kondisi normal dengan range sekitar 50%, warna kuning

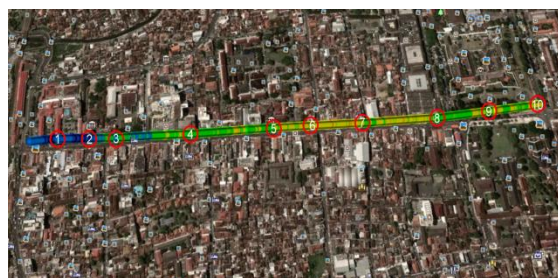
kondisi baik dengan presentase sekitar 15%, dan warna hijau dengan range nilai -1 s/d -7 dB kondisi sangat baik dengan presentase sekitar 5%. RSRQ berwarna merah dominan pada titik awal jalan malioboro hingga di depan gedung DPRD Yogyakarta yang berarti pada wilayah tersebut memiliki kualitas sinyal yang diterima buruk, dari depan mall malioboro sampai pasar bringharjo menghasilkan RSRQ berwarna dominan orange yang berarti sinyal pada titik tersebut normal, beberapa berwarna kuning berkondisi baik dan merah yang berarti kualitas sinyal yang diterima pada wilayah tersebut berkondisi buruk, dan pada titik nol km malioboro menghasilkan warna hijau yang berarti RSRQ pada wilayah tersebut dikategorikan sangat baik. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata dihasilkan warna dominan orange dan merah yang berarti kualitas sinyal yang diterima di Jalan Malioboro normal dan buruk.

Tabel. 4.3. Hasil Pengukuran RSRQ (*Reference Signal Received Quality*)

No	Letak	RSRQ (dB)	Indikator	Keterangan
1	Titik 1	-18 dB	Merah	Buruk
2	Titik 2	-16 dB	Merah	Buruk
3	Titik 3	-14 dB	Orange	Normal
4	Titik 4	-13 dB	Orange	Normal
5	Titik 5	-13 dB	Orange	Normal
6	Titik 6	-13 dB	Orange	Normal
7	Titik 7	-12 dB	Orange	Normal
8	Titik 8	-11 dB	Orange	Normal
9	Titik 9	-11 dB	Orange	Normal
10	Titik 10	-6 dB	Hijau	Sangat Baik

4.2. Hasil Pengukuran dan Analisis

4.2.1. Analisis Pengukuran dan Perhitungan RSRP



Gambar. 4.3. Titik perhitungan RSRP

Berdasarkan hasil pengukuran RSRP di jalan malioboro yang ditunjukkan pada gambar 4.3, diambil 10 titik dengan data yang telah didapat dari hasil pengukuran sehingga dilakukan perhitungan untuk membandingkan antara data hasil pengukuran dan perhitungan. Berikut merupakan perhitungan RSRP untuk titik 1 dan titik 2:

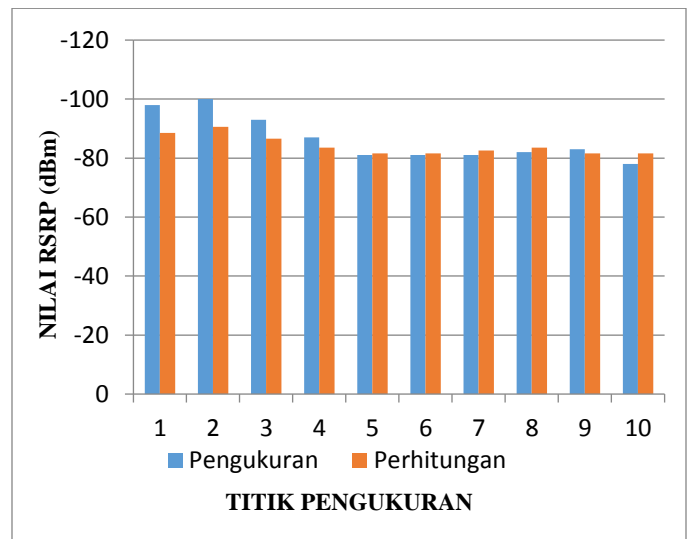
$$\begin{aligned} \text{Titik 1 RSRP} &= \text{RSSI} - 10 \log (12 * N) \\ &= -70 - 10 \log (12 * 6) \\ &= -70 - 18,57 \\ &= -88,57 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 2 RSRP} &= \text{RSSI} - 10 \log (12 * N) \\ &= -72 - 10 \log (12 * 6) \\ &= -72 - 18,57 \\ &= -90,57 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Tabel 4.4. Perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan RSRP di Jalan Malioboro.

No	Letak	RSRP (dBm)		Indikator		Keterangan (Pengukuran/Perhitungan)
		Pengukuran	Perhitungan	Pengukuran	Perhitungan	
1	Titik 1	-98 dBm	-88,57 dBm	Biru Muda	Hijau	Normal/Baik
2	Titik 2	-100 dBm	-90,57 dBm	Biru Muda	Biru Muda	Normal/Normal
3	Titik 3	-93 dBm	-86,57 dBm	Biru Muda	Hijau	Normal/Baik
4	Titik 4	-87 dBm	-83,57 dBm	Hijau	Hijau	Baik/Baik
5	Titik 5	-81 dBm	-81,57 dBm	Hijau	Hijau	Baik/Baik

6	Titik 6	-81 dBm	-81,57 dBm	Hijau	Hijau	Baik/Baik
7	Titik 7	-81 dBm	-82,57 dBm	Hijau	Hijau	Baik/Baik
8	Titik 8	-82 dBm	-83,57 dBm	Hijau	Hijau	Baik/Baik
9	Titik 9	-83 dBm	-81,57 dBm	Hijau	Hijau	Baik/Baik
10	Titik 10	-78 dBm	-81,57 dBm	Kuning	Hijau	Baik/Baik
Rata-rata		-86,4 dBm	-84,17 dBm	Hijau	Hijau	Baik/Baik



Gambar. 4.4. Grafik perbandingan pengukuran dan perhitungan RSRP

Berdasarkan hasil pengukuran RSRP yang telah dibandingkan dengan hasil perhitungan, dapat dilihat bahwa nilai RSRP dari hasil pengukuran yang terdapat di jalan Malioboro berkisar antara -70 dBm sampai dengan -100 dBm dimana jika seluruh titik dirata-rata didapatkan hasil sebesar -86,4 dBm. Sedangkan hasil dari perhitungan berkisar antara

-80 dBm sampai dengan -90,57 dBm dengan rata-rata seluruh titik didapatkan hasil sebesar -84,17 dBm. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa RSRP di Jalan Malioboro berkategori baik.

4.2.2. Analisis Pengukuran dan Perhitungan RSRQ



Gambar. 4.5. Titik perhitungan RSRQ

Berdasarkan hasil pengukuran RSRQ di jalan malioboro yang ditunjukkan pada gambar 4.5, diambil 10 titik dengan data yang telah didapat dari hasil pengukuran sehingga dilakukan perhitungan untuk membandingkan antara data hasil pengukuran dan perhitungan. Berikut merupakan perhitungan RSRQ untuk titik 1 dan titik 2:

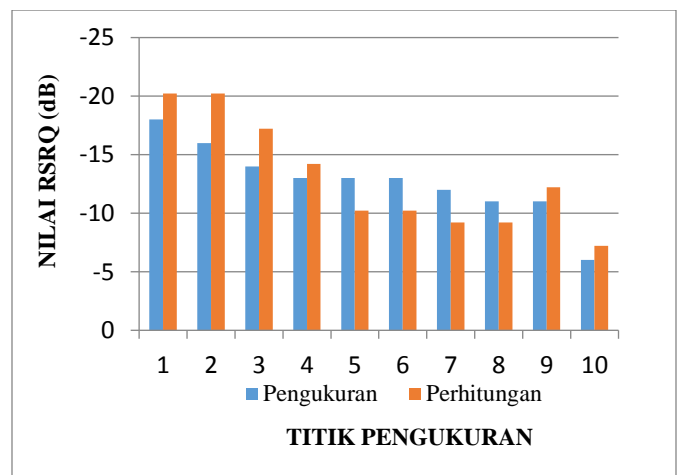
$$\begin{aligned} \text{Titik 1 RSRQ} &= 10 \log_{10}(\text{RB}) + (\text{RSRP}) - (\text{RSSI}) \\ &= 10 \log_{10}(6) + (-98) - (-70) \\ &= 7,78 + (-98) - (-70) \\ &= -20,21 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 2 RSRQ} &= 10 \log_{10}(\text{RB}) + (\text{RSRP}) - (\text{RSSI}) \\ &= 10 \log_{10}(6) + (-100) - (-72) \\ &= 7,78 + (-100) - (-72) \\ &= -20,21 \text{ dB} \end{aligned}$$

Tabel 4.5. Perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan RSRQ jalan Malioboro.

No	Letak	RSRQ (dB)		Indikator		Ket. (Pengukuran/Perhitungan)
		Pengukuran	Perhitungan	Pengukuran	Perhitungan	
1	Titik 1	-18 dB	-20,21 dB	Merah	Merah	Buruk/Buruk
2	Titik 2	-16 dB	-20,21 dB	Merah	Merah	Buruk/Buruk

3	Titik 3	-14 dB	-17,21 dB	Orang e	Merah	Normal/Buruk
4	Titik 4	-13 dB	-14,21 dB	Orang e	Orang e	Normal/Normal
5	Titik 5	-13 dB	-10,21 dB	Orang e	Orang e	Normal/Normal
6	Titik 6	-13 dB	-10,21 dB	Orang e	Orang e	Normal/Normal
7	Titik 7	-12 dB	-9,21 dB	Orang e	Kuning	Normal/Baik
8	Titik 8	-11 dB	-9,21 dB	Orang e	Kuning	Normal/Baik
9	Titik 9	-11 dB	-12,21 dB	Orang e	Orang e	Normal/Normal
10	Titik 10	-6 dB	-7,21 dB	Hijau	Kuning	Sangat baik/baik
Rata-rata		-12,7 dB	-13,01 dB	Orang e	Orang e	Normal/Normal



Gambar. 4.6. Grafik perbandingan pengukuran dan perhitungan RSRQ

Berdasarkan hasil pengukuran RSRQ yang telah dibandingkan dengan hasil perhitungan, dapat dilihat bahwa nilai RSRQ dari hasil pengukuran yang terdapat di jalan Malioboro berkisar antara -6 dB sampai dengan -18 dB dimana jika seluruh titik dirata-rata didapatkan hasil sebesar -12,7 dB. Sedangkan hasil dari perhitungan berkisar antara -7,21 dB sampai dengan -20,21 dB dengan rata-rata seluruh titik didapatkan hasil sebesar -13,01 dB. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa RSRQ di Jalan Malioboro berkategori normal.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penulisan skripsi ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis performansi jaringan outdoor 4G LTE menggunakan aplikasi G-Net Track Pro dengan parameter yang digunakan yaitu RSRP (*Reference Signal Received Power*), RSSI (*Reference Signal Strength Indicator*), dan RSRQ (*Reference Signal Received Quality*).
2. Nilai RSRP di Jalan Malioboro rata-rata bernilai -86,4 dBm. Nilai tersebut jika ditunjukkan berdasarkan standar KPI di G-Net Track Pro berada pada range nilai -80 dBm sampai dengan -90 dBm yang berkondisi baik.
3. Nilai RSRQ di Jalan Malioboro rata-rata bernilai -12,7 dB. Nilai tersebut jika ditunjukkan berdasarkan standar KPI di G-Net Track Pro berada pada range nilai -10 dB sampai dengan -14 dB yang berkondisi normal.
4. Kondisi RSRP dan RSRQ yang buruk dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya letak geografis jalan malioboro yang disepanjang sisi jalan terdapat gedung-gedung yang mampu menjadi penghalang pancaran sinyal, jarak antara perangkat pengguna (Tx) dengan pemancar (Rx) yang jauh, dan juga antenna yang digunakan. Pada kawasan Hotel Grand Inna dihasilkan pengukuran RSRP dan RSRQ yang buruk, hal tersebut disebabkan karena di lokasi tersebut jauh dari cakupan cell yaitu kurang lebihnya berjarak sekitar 600 meter. Hasil pengukuran pada

titik nol km berkondisi baik dimana karna sedikitnya penghalang yang terdapat pada lokasi tersebut dan jarak cell dengan nol km hanya sekitar 20 meter dan arah pancar tertuju pada area titik nol km.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan dari skripsi ini, maka penulis memberikan beberapa saran untuk mengembangkan tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Jalan Malioboro membutuhkan kuat sinyal yang baik mengingat lokasi ini selalu ramai dikunjungi wisatawan sehingga bagi operator Tri optimalisasi jaringan 4G LTE perlu dilakukan khususnya di lokasi area hotel Grand Inna dan Kantor Dinas Pariwisata.
2. Skripsi ini hanya menggunakan 1 operator jaringan, sehingga untuk kebutuhan penelitian lebih lanjut diharapkan membahas *drive test* dengan perbandingan 2 operator jaringan.
3. Selama proses melaksanakan *drive test* di sebuah area kecil, disarankan ketika pengambilan data di setiap titiknya dilakukan dalam kondisi diam tidak berpindah selama kurang lebih 1 menit untuk memastikan bahwa tidak ada perubahan data karena aplikasi membutuhkan kalibrasi disetiap perpindahan titik pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugerah, Suko Fajar. 2017. *Analisis Performansi Jaringan 4G LTE di Gedung E6 dan E7 (Twin Tower Building) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Tugas Akhir. Yogyakarta: Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Cox, Christopher. 2012. *An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications*.: John Wiley & Sons Ltd.
- Gunawan. 2016. *Perbedaan Teknologi Jaringan 2G 3G 4G LTE*. <https://haiwiki.info/teknologi/perbedaan-teknologi-jaringan-2g-3g-4g-lte/> (diakses 26 Juni 2018 pukul 21.15 WIB)

Haq, Danang Yaqinuddin. 2017. *Optimalisasi dan Simulasi Jaringan 4G LTE di Area Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Tugas Akhir. Yogyakarta: Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Kusumo, V.S dkk. 2015. *Analisis Performansi dan Optimalisasi Coverage Layanan LTE Telkomsel di Denpasar Bali*. Bali: E-Journal Spektrum. Vol. 2, No. 3.

Nurhasanah, dan Bobby Juan Pradana. 2017. *Measurement of SINR (Signal Noise Interference Noise to Ratio) and RSRP (Reference Signal Received Power) on 4G LTE Area Surakarta*. Jakarta: Jurnal ICT Akademi Telkom Jakarta, Vol.8 No. 15.

Pratama, Aziz Yulianto. 2018. *Analisis Performansi Jaringan Indoor 4G LTE di Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Tugas Akhir. Yogyakarta: Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Riyansyah, Deris. 2010. *Analisa Kelayakan Migrasi BTS 3G Berbasis WCDMA Menuju Jaringan LTE di DKI Jakarta (Studi Kasus: PT Telkomsel)*. Tesis. Jakarta: Program Studi Teknik Elektro Kekhususan Manajemen Telekomunikasi Universitas Indonesia.

Stiawan, Deris. 2003. *Teknologi Selular CDMA dan GSM*. Kerjasama Radio Sonora FM, dan PT. Elex Media Komputindo. *Talk Show Computer Easy*.

Suhermawan, Roni dkk. 2017. *Analisa Performansi Internet Broadband Long Term Evolution Inner City dan Rural di Kota Palembang (Study Kasus: PT. Telkomsel)*. Sumatera Selatan: Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan.

Warassih, Anggit Praharasty dkk. 2011. *Analisis Kualitas Panggilan Pada Jaringan GSM Menggunakan Tems*