

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pada bab ini membahas hasil analisis dari pengukuran drive test menggunakan TEMS Pocket 13.3.1 dan hasil analisis kualitas jaringan LTE pada wilayah Kecamatan Klojen Malang menggunakan TEMS Discovery 11.1.9. Parameter yang dianalisis meliputi *Reference Signal Received Power* (RSRP) dan *Reference Signal Received Quality* (RSRQ).

Analisis yang dilakukan dari hasil pengukuran drive test adalah dengan membandingkan hasil pengukuran sinyal tersebut dengan standar nilai yang sudah ditetapkan sebagai target KPI provider Telkomsel, menganalisis masalah yang terdapat dalam hasil pengukuran drive test, dan menganalisis *coverage area* berdasarkan nilai RSRP dan RSRQ.

4.2 Wilayah Kecamatan Klojen

Kecamatan Klojen merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kota Malang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kecamatan ini memiliki luas wilayah 8.83 km² yang secara geografis terletak di 112 26.14 - 112 40.42 Bujur Timur dan 077 36.38 – 008 01.57 Lintang Selatan dengan batas wilayah sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Kecamatan Lowokwaru dan Kecamatan Blimbing
Sebelah Timur	: Kecamatan Kedungkandang
Sebelah Selatan	: Kecamatan Sukun
Sebelah Barat	: Kecamatan Sukun dan Kecamatan Lowokwaru.

4.3 Pengumpulan Data Drive Test

Pengumpulan data drive test ini menggunakan *software* TEMS Pocket 13.3.1 yang sudah ter-*install* pada *Mobile Station* (MS) yang digunakan. Sebelum pengumpulan data dimulai, perangkat pengukuran yaitu MS dan TEMS Pocket 13.3.1 harus *setting* terlebih dahulu seperti langkah yang ditunjukkan pada No.3 yang terdapat dalam Sub Bab 3.2. Pada skripsi ini, pengumpulan data hanya menggunakan satu buah MS dan pengumpulan data dilakukan menggunakan salah satu operator yang ada di Indonesia yaitu Telkomsel. Hasil dari pengumpulan data ini berupa TEMS *logfile*. Data inilah yang nantinya akan dianalisis lebih lanjut lagi menggunakan TEMS Discovery 11.1.9.

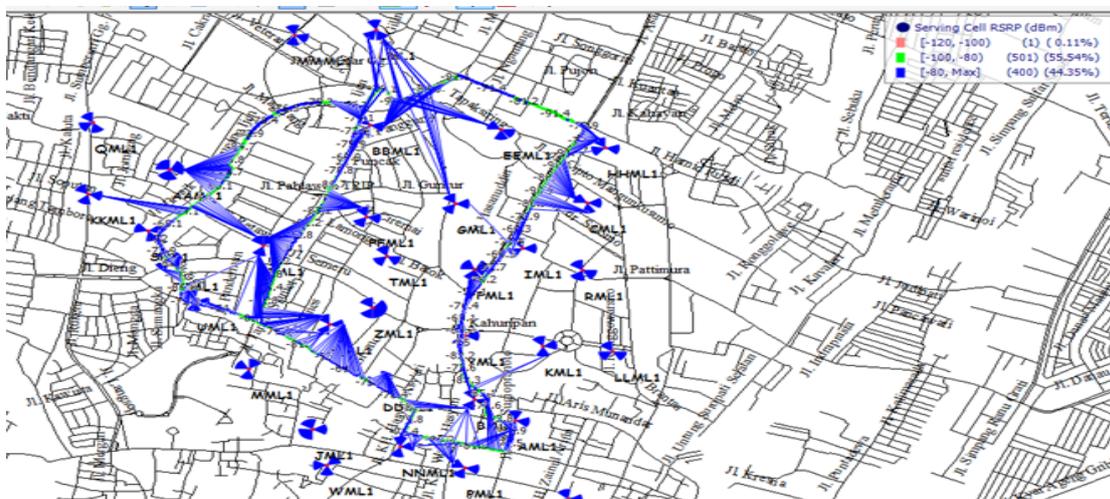
Berikut spesifikasi perangkat yang digunakan saat pengambilan data drive test ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Spesifikasi Perangkat Drive Test*

No.	Perangkat	Spesifikasi
1.	Samsung Galaxy S4 GT-I9505	Teknologi : GSM / HSPA/ LTE Dimensi : 136.6 x 69.8 x 7.9 mm Berat : 130 g RAM : 2 GB
2.	TEMS Pocket 13.3.1	Lisensi : TEMS Pocket 13.x Professional Versi : 13.3.1.589

Pengumpulan data drive test ini dilakukan pada 15 Juni 2017 dengan kecepatan rata-rata 30 km/jam. Perangkat pengukuran drive test ini, menggunakan *handphone* Samsung Galaxy S4 yang sudah ter-*install* aplikasi TEMS Pocket 13.3.1. Pengukuran kualitas jaringan menggunakan TEMS Pocket 13.3.1 dilakukan setiap 2 detik. Wilayah drive test pada skripsi ini dilakukan pada Kecamatan Klojen Malang. Rute pengumpulan data drive test ditunjukkan pada Gambar 3.2.

Pada wilayah Kecamatan Klojen Malang terdapat 40 BTS jaringan LTE Telkomsel. Namun tidak semua BTS di Kecamatan Klojen Malang digunakan untuk pengumpulan data drive test pada skripsi ini. BTS yang digunakan hanya BTS yang *mengcover* pada saat rute pengukuran. Gambar 4.1 menunjukkan BTS yang digunakan pada saat pengukuran drive test.



Gambar 4.1 BTS yang digunakan saat pengukuran

Sumber : Hasil Penelitian

4.4 Pengolahan Data Logfile Drive Test

Data *logfile* tersebut akan diolah pada TEMS Discovery 11.1.9 agar dapat melihat kondisi jaringan secara terperinci. Berikut spesifikasi perangkat yang digunakan dalam pengolahan data drive test ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Spesifikasi Perangkat Pengolahan Data*

No.	Perangkat	Spesifikasi
1.	Laptop ASUS A456U	Windows 10 Pro intel CORE i5 RAM 8 GB
2.	TEMS Discovery 11.1.9	Merek dagang ASCOM RR Version: RR 122.0_20160902.1

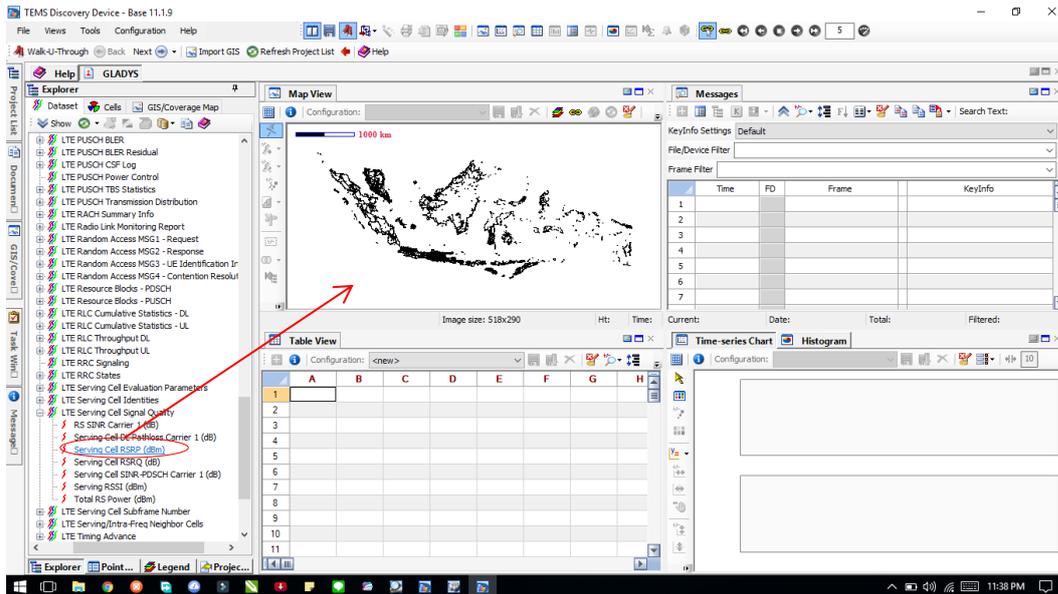
Setelah mengumpulkan data *logfile* yang ditunjukkan dalam **Lampiran 1** maka data tersebut akan dianalisis dengan membandingkan hasil pengukuran sinyal dengan standar nilai yang sudah ditetapkan sebagai target KPI dari provider Telkomsel.

Proses pengolahan data *logfile* pada TEMS Discovery akan ditampilkan dalam bentuk peta dan tabel dari setiap parameter yang diamati. Parameter-parameter yang diamati adalah :

1. RSRP (*Reference Signal Received Power*)
2. RSRQ (*Reference Signal Received Quality*)

Untuk menampilkan data *logfile* dari setiap parameter dalam bentuk peta dan tabel dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. *Drag* data parameter yang akan diamati yang terdapat di Dataset ke lembar kerja *Map View* seperti yang terdapat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Menampilkan logfile dalam bentuk peta

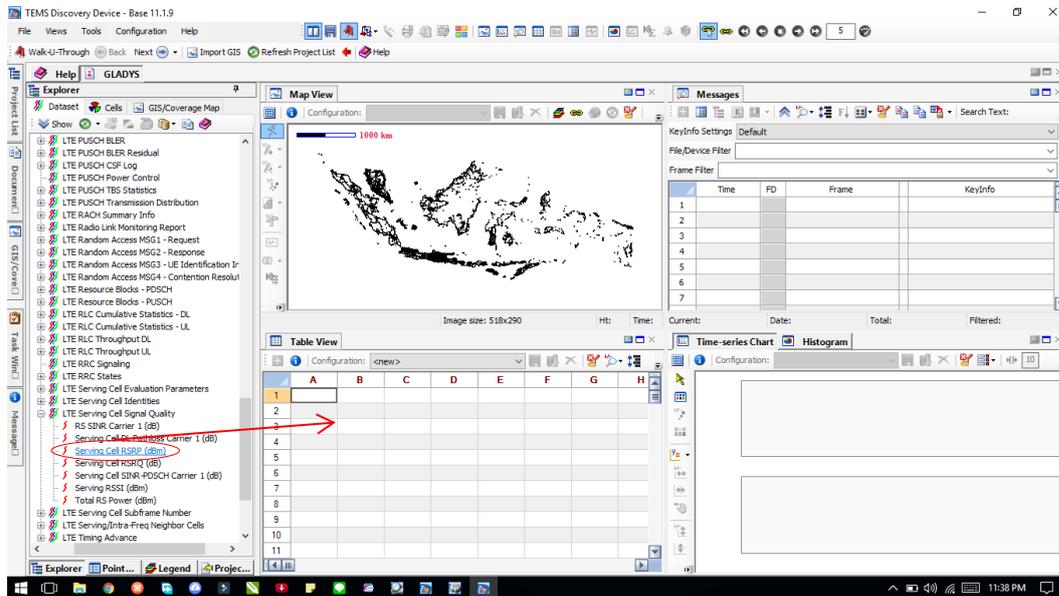
Untuk menampilkan data *logfile* yang dihasilkan dari proses pengumpulan data drive test ke dalam bentuk peta geografis, dapat dilakukan dengan cara *drag* data parameter yang ingin diamati ke lembar kerja Map View kemudian *drop* data parameter tersebut seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2. Setelah langkah ini dilakukan, maka pada lembar kerja Map View akan menampilkan banyak indikator warna disepanjang rute drive test yang telah dilakukan. Masing-masing indikator warna yang ditampilkan dalam Map View merepresentasikan nilai dari parameter yang diuji. Berikut legenda dari indikator warna untuk parameter RSRP dan RSRQ ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Legenda Indikator Warna RSRP dan RSRQ*

RSRP		RSRQ	
Indikator Warna	Nilai (dBm)	Indikator Warna	Nilai (dB)
●	[-120, -100]	●	[Min, -19.5]
●	[-100, -80]	●	[-19.5, -14]
●	[-80, Max]	●	[-14, -9]
		●	[-9, -3]
		●	[-3, Max]

Data parameter yang sudah ditampilkan pada lebar kerja Map View dapat disimpan dalam format *.kml* sehingga data tersebut dapat dibuka menggunakan *software* Google Earth.

2. Drag data parameter yang akan diamati yang terdapat di Dataset ke lembar kerja *Table View* seperti yang terdapat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Menampilkan *logfile* dalam bentuk tabel

Untuk menampilkan data *logfile* yang dihasilkan dari proses pengumpulan data drive test ke dalam bentuk tabel, dapat dilakukan dengan cara *drag* parameter yang ingin diamati ke lembar kerja Table View kemudian *drop* parameter tersebut seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.3. Setelah langkah ini dilakukan, maka pada lembar kerja Table View akan menampilkan tabel yang berisikan nilai dari parameter yang diamati disepanjang rute drive test yang telah dilakukan.

Data yang sudah ditampilkan pada lebar kerja Table View dapat disimpan dalam format *.xlsx* sehingga data tersebut dapat dibuka menggunakan *software* Microsoft Office Excel.

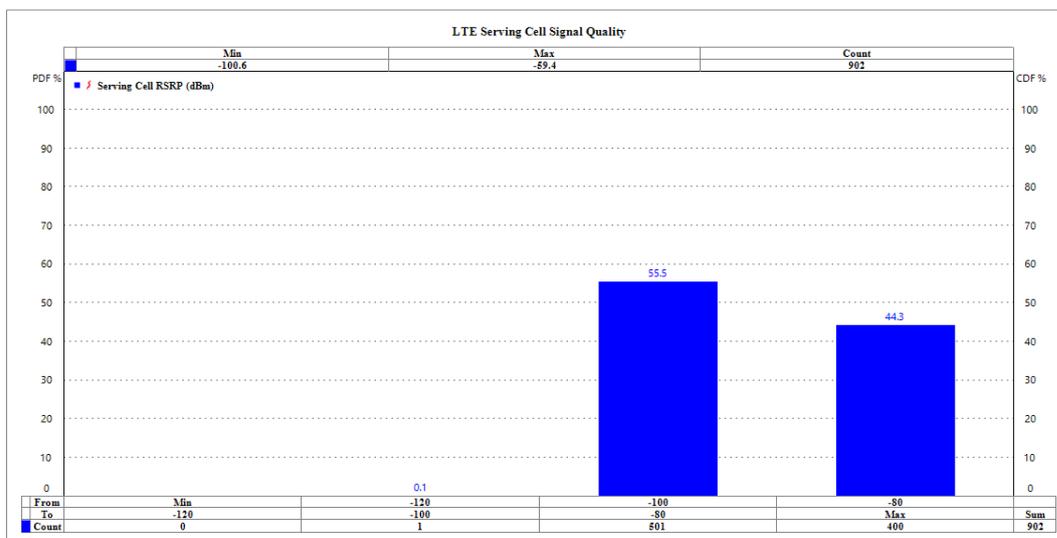
4.5 Analisis Data Drive Test

Setelah proses pengolahan data *logfile* drive test menggunakan TEMS Discovery 11.1.9 selesai, selanjutnya file *.xlsx* dan *.kml* tersebut akan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan *software* Microsoft Office Excel dan Google Earth.

4.5.1 RSRP

Reference Signal Received Power (RSRP) merupakan seperangkat pengukuran lapisan fisik dari eNodeB yang dikirim UE ke eNodeB. UE mengukur kekuatan sinyal yang diterima dari eNodeB terdekat dan kemudian melaporkannya ke eNodeB dimana UE terhubung. RSRP merupakan salah satu parameter utama dalam arsitektur LTE yang digunakan untuk pemilihan eNodeB, pemilihan ulang, dan *handover* (Awad & Mkwawa, 2017). Semakin dekat jarak *site* dengan *user* maka akan semakin tinggi nilai RSRP yang diterima oleh *user*. Semakin tinggi daya terima sinyal referensi yang diterima oleh user maka nilai RSRP juga semakin besar.

Gambar 4.4 menunjukkan grafik hasil dari nilai RSRP jaringan LTE Telkomsel pada wilayah Kecamatan Klojen Malang. Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai RSRP banyak terdapat diantara -100 dBm hingga -80 dBm. Nilai RSRP terendah yaitu sebesar -100.6 dBm. Sedangkan nilai RSRP tertinggi yaitu sebesar -59.4 dBm.

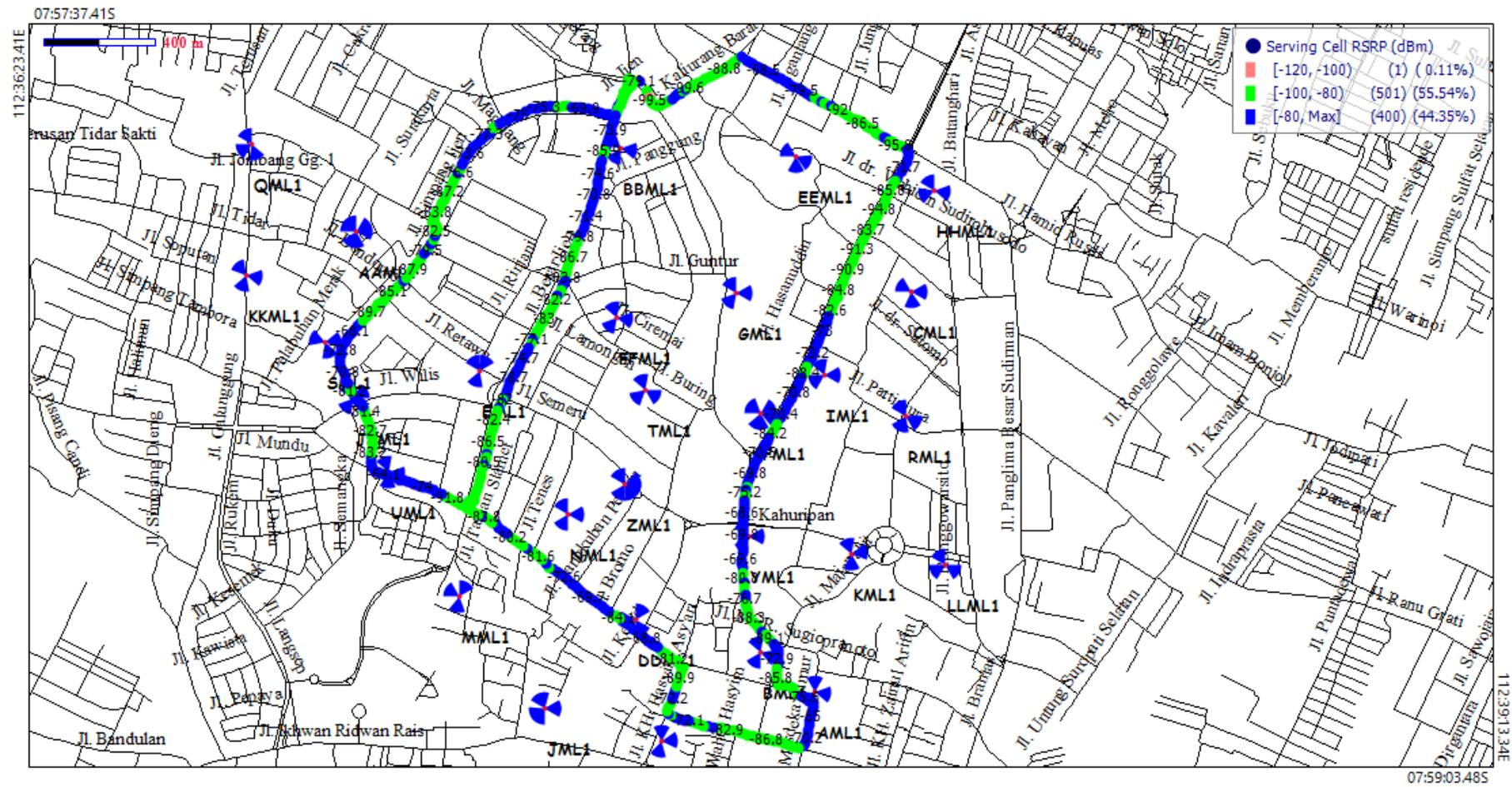


Gambar 4.4 Grafik hasil nilai RSRP

Sumber : Hasil Penelitian

RSRP jaringan LTE Telkomsel pada wilayah Kecamatan Klojen Malang dapat dikatakan bagus, namun belum maksimal sesuai dengan standar KPI. Gambar 4.5 menunjukkan pada wilayah Kecamatan Klojen Malang hanya terdapat 44.35 % nilai RSRP lebih dari -80 dBm. Sedangkan 55.54 % berada diantara -100 dBm sampai -80 dBm. Hal ini sudah dapat dikatakan bahwa kekuatan daya pancar sinyal yang dipancarkan sudah bagus, namun perlu dimaksimalkan lagi agar memenuhi kriteria *excellent* sesuai standar KPI yaitu diatas -80 dBm.

Pada koordinat 112.6285019, -7.9621811 menunjukkan nilai RSRP terendah yaitu sebesar -100.6 dBm. Untuk memastikan kejadian apa yang terjadi pada koordinat tersebut dapat melihat keterangan pada menu Events seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 RSRP wilayah Kecamatan Klojen Malang

Sumber : Hasil Penelitian

Time	Eq.	Event	Info
15:41:35.172	PS1	GPS Position Valid	
15:41:35.344	MS1	Dedicated Mode	
15:41:35.544	MS1	Dedicated Mode	
15:41:35.844	MS1	EPS Transmission Mo... Transmission mode changed to TM-3.	
15:41:35.883	MS1	EUTRAN RRC Establ... Cause: highPriorityAccess	
15:41:36.543	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -98 <= RSRP < -97 dBm... -16 <= RSRQ < -15.5 dB... Neighbors: Cell ID: 52... -98 <= RSRP < -97 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB... Cell ID: 51... -101 <= RSRP < -100 dBm... -19 <= RSRQ < -18.5 dB... Cell ID: 208... -98 <= RSRP < -97 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB... Neighbors: Cell ID: 208... -97 <= RSRP < -96 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB... Cell ID: 52... -99 <= RSRP < -98 dBm... -15.5 <= RSRQ < -14.5 dB...	
15:41:36.722	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -99 <= RSRP < -98 dBm... -16 <= RSRQ < -15.5 dB... Neighbors: Cell ID: 208... -98 <= RSRP < -97 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB... Cell ID: 52... -99 <= RSRP < -98 dBm... -15.5 <= RSRQ < -14.5 dB...	
15:41:37.079	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -100 <= RSRP < -99 dBm... -16 <= RSRQ < -15.5 dB... Neighbors: Cell ID: 208... -97 <= RSRP < -96 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB...	
15:41:37.142	MS1	EUTRAN Intra-freq... Intra-frequency Handover (EARFCN 1875), from Cell Identity (338) to Cell Identity (208). Duration: 12.0	
15:41:37.878	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -100 <= RSRP < -99 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB... Neighbors: Cell ID: 51... -98 <= RSRP < -97 dBm... -14 <= RSRQ < -13.5 dB... Cell ID: 200... -101 <= RSRP < -100 dBm... -13.5 <= RSRQ < -12.5 dB... Cell ID: 208... -102 <= RSRP < -101 dBm... -13 <= RSRQ < -12.5 dB...	
15:41:37.901	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -100 <= RSRP < -99 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB... Threshold: -100 <= RSRP < -107 dBm...	
15:41:38.321	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -101 <= RSRP < -100 dBm... -16 <= RSRQ < -15.5 dB... Neighbors: Cell ID: 51... -98 <= RSRP < -97 dBm... -14 <= RSRQ < -13.5 dB... Cell ID: 336... -100 <= RSRP < -99 dBm... -13 <= RSRQ < -12.5 dB...	
15:41:38.429	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -101 <= RSRP < -100 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB... Neighbors: Cell ID: 51... -98 <= RSRP < -97 dBm... -14 <= RSRQ < -13.5 dB...	
15:41:38.460	MS1	EUTRAN Intra-freq... Intra-frequency Handover (EARFCN 1875), from Cell Identity (208) to Cell Identity (51). Duration: 2.0	
15:41:39.236	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -103 <= RSRP < -102 dBm... -14.5 <= RSRQ < -14.5 dB... Neighbors: Cell ID: 200... -100 <= RSRP < -99 dBm... -13 <= RSRQ < -12.5 dB... Cell ID: 208... -102 <= RSRP < -101 dBm... -13 <= RSRQ < -12.5 dB... Cell ID: 336... -104 <= RSRP < -103 dBm... -13 <= RSRQ < -12.5 dB...	
15:41:39.528	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -103 <= RSRP < -102 dBm... -15.5 <= RSRQ < -15.5 dB... Neighbors: Cell ID: 200... -97 <= RSRP < -96 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB...	
15:41:39.529	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -103 <= RSRP < -102 dBm... -15.5 <= RSRQ < -15.5 dB... Neighbors: Cell ID: 200... -97 <= RSRP < -96 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB... Cell ID: 208... -101 <= RSRP < -100 dBm... -13 <= RSRQ < -12.5 dB... Cell ID: 336... -104 <= RSRP < -103 dBm... -13 <= RSRQ < -12.5 dB...	
15:41:39.617	MS1	EUTRAN Intra-freq... Intra-frequency Handover (EARFCN 1875), from Cell Identity (51) to Cell Identity (200). Duration: 2.0	
15:41:40.182	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -100 <= RSRP < -99 dBm... -9.5 <= RSRQ < -9.5 dB... Neighbors: Cell ID: 208... -104 <= RSRP < -103 dBm... -14 <= RSRQ < -13.5 dB... Cell ID: 193... -106 <= RSRP < -105 dBm... -16 <= RSRQ < -15.5 dB... Cell ID: 193... -104 <= RSRP < -103 dBm... -14 <= RSRQ < -13.5 dB...	
15:41:40.182	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -100 <= RSRP < -99 dBm... -9.5 <= RSRQ < -9.5 dB... Threshold: -108 <= RSRP < -107 dBm...	
15:41:40.415	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -99 <= RSRP < -98 dBm... -9.5 <= RSRQ < -9.5 dB... Neighbors: Cell ID: 193... -104 <= RSRP < -103 dBm... -14 <= RSRQ < -13.5 dB...	
15:41:40.560	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -99 <= RSRP < -98 dBm... -10.5 <= RSRQ < -10.5 dB... Neighbors: Cell ID: 193... -104 <= RSRP < -103 dBm... -14 <= RSRQ < -13.5 dB... Cell ID: 336... -105 <= RSRP < -104 dBm... -15.5 <= RSRQ < -14.5 dB...	
15:41:41.068	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -102 <= RSRP < -101 dBm... -12 <= RSRQ < -11.5 dB... Neighbors: Cell ID: 193... -103 <= RSRP < -102 dBm... -14 <= RSRQ < -13.5 dB... Cell ID: 336... -105 <= RSRP < -104 dBm... -14.5 <= RSRQ < -13.5 dB...	
15:41:41.146	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -102 <= RSRP < -101 dBm... -11.5 <= RSRQ < -11.5 dB... Neighbors: Cell ID: 193... -102 <= RSRP < -101 dBm... -13 <= RSRQ < -12.5 dB... Cell ID: 336... -105 <= RSRP < -104 dBm... -14 <= RSRQ < -13.5 dB...	
15:41:42.433	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -99 <= RSRP < -98 dBm... -11 <= RSRQ < -10.5 dB... Neighbors: Cell ID: 193... -102 <= RSRP < -101 dBm... -13.5 <= RSRQ < -13 dB... Cell ID: 336... -103 <= RSRP < -102 dBm... -12.5 <= RSRQ < -12.5 dB...	
15:41:42.565	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -99 <= RSRP < -98 dBm... -11 <= RSRQ < -10.5 dB... Neighbors: Cell ID: 336... -103 <= RSRP < -102 dBm... -12.5 <= RSRQ < -12 dB... Cell ID: 193... -105 <= RSRP < -104 dBm... -15 <= RSRQ < -14.5 dB...	
15:41:42.717	MS1	EUTRAN RRC A3 Ev... -99 <= RSRP < -98 dBm... -11 <= RSRQ < -10.5 dB... Neighbors: Cell ID: 336... -103 <= RSRP < -102 dBm... -12.5 <= RSRQ < -12 dB...	

Gambar 4.6 Keterangan kolom Event

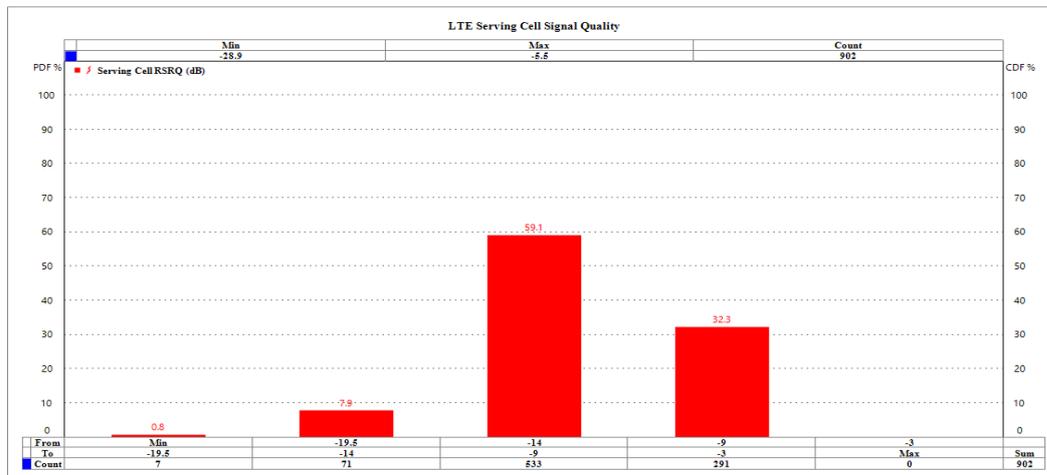
Pada kolom Event menunjukkan keterangan “EUTRAN RRC A3 Event”. Event A3 merupakan kondisi dimana terdapat *cell* yang dapat melayani *user* lebih baik daripada *cell* yang sedang melayani *user* saat itu. Pada *event* A3 ini, *handover* yang terjadi di UE dipicu berdasarkan kondisi jaringan saat itu. Terdapat dua pemicu yang mengontrol terjadinya *handover*, yaitu *Hysterisis* dan *Time To Trigger* (TTT). UE akan melakukan perhitungan RSRP dan RSRQ secara periodik berdasarkan sinyal referensi yang diterima dari *cell* yang sedang melayani dan *cell* terkuat yang berdekatan. *Handover* dipicu ketika nilai RSRP dari *cell* yang berdekatan lebih tinggi daripada *cell* yang sedang melayani saat itu (Ibrahim, Rizk, & Badran, 2015).

Setelah *event* A3 muncul, maka *user* akan akan melakukan proses *handover* pada *cell* terkuat yang berdekatan dari *cell* asal. Hal ini terbukti, setelah *event* A3 ini muncul pada titik koordinat 112.6285019, -7.9621811, UE melakukan *handover* pada *cell* lainnya. Pada kolom Event menunjukkan keterangan “Intra-frequency handover , from Cell Identity (51) to Cell Identity (200)”. *Intra-frequency handover* merupakan proses *handover* yang terjadi antar dua eNodeb dengan menggunakan antarmuka X2. UE berhasil melakukan proses *handover* dari *Cell Identity* (CI) 51 menuju 200 dalam durasi 2 detik dengan nilai RSRP awal 100.6 dBm menjadi -100 dBm.

4.5.2 RSRQ

Reference Signal Received Quality (RSRQ) juga merupakan parameter utama yang melakukan penentuan terjadinya *handover* (Xian, Muqing, Jiansong, & Cunyi, 2011). Perhitungan RSRQ menyediakan informasi tambahan apabila RSRP tidak cukup untuk membuat keputusan *handover* atau pemilihan eNodeB. Dalam perhitungan nilai RSRQ, nilai yang diukur termasuk nilai noise dan interferensi.

Gambar 4.7 menunjukkan grafik hasil dari nilai RSRQ jaringan LTE Telkomsel pada wilayah Kecamatan Klojen Malang. Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai RSRQ banyak terdapat diantara -14 dB hingga -9 dB. Nilai RSRQ terendah yaitu sebesar -28.9 dB. Sedangkan nilai RSRQ tertinggi yaitu sebesar -5.5 dB.

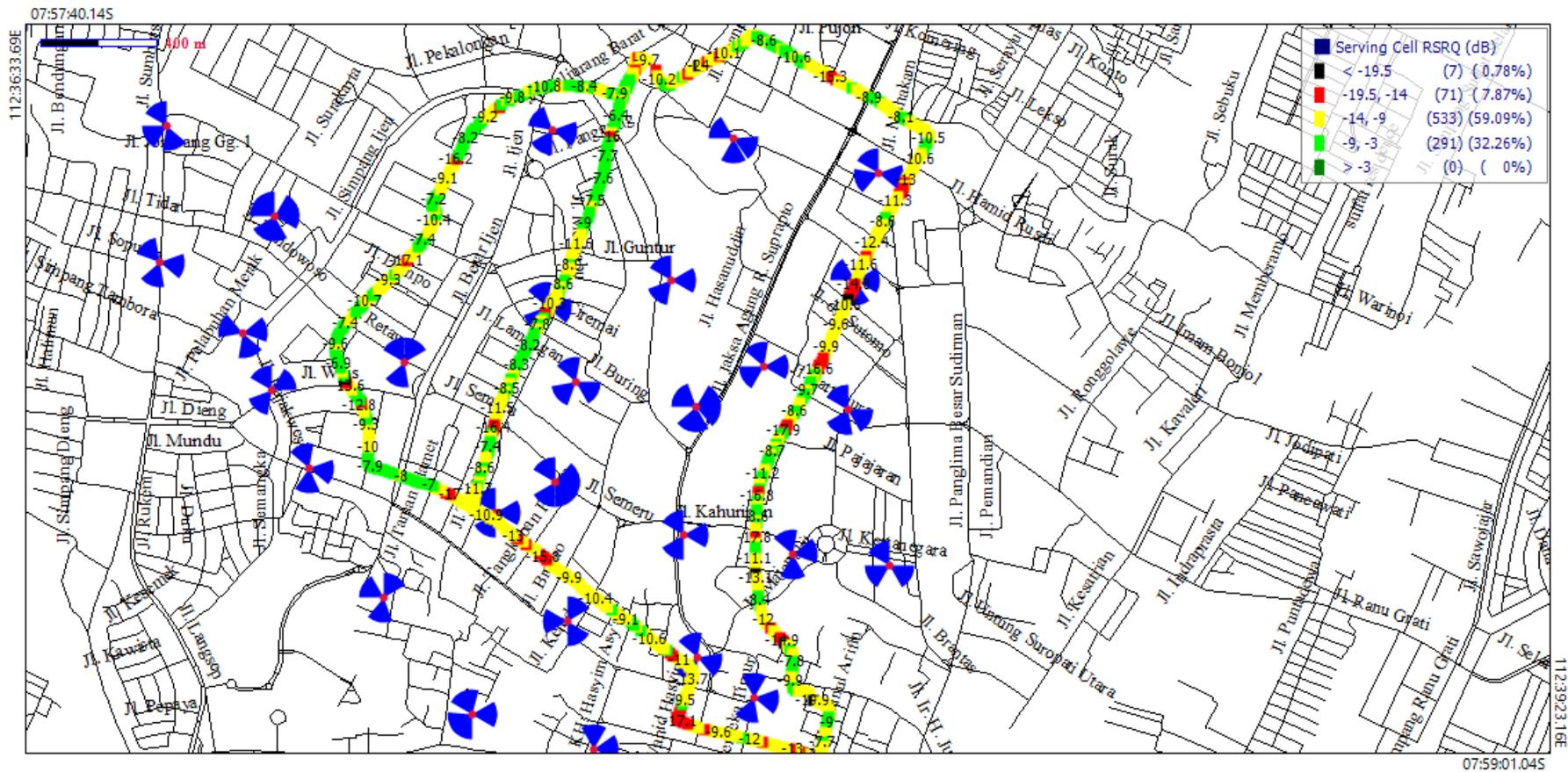


Gambar 4.7 Grafik hasil nilai RSRQ

Sumber : Hasil Penelitian

RSRQ jaringan LTE Telkomsel pada wilayah kecamatan Klojen Malang menunjukkan sama dengan nilai RSRP yaitu kurang maksimal. Gambar 4.8 menunjukkan pada wilayah Kecamatan Klojen Malang tidak terdapat nilai RSRQ yang lebih besar dari -3 dB. Untuk wilayah kecamatan Klojen Malang terdapat 59.09 % nilai RSRQ berada diantara -14 dB sampai -9 dB. Sedangkan hanya 32.26 % nilai RSRQ berada diantara -9 dB sampai -3 dB. Hal ini menunjukkan bahwa, nilai RSRQ di Kecamatan Klojen Malang masuk dalam kriteria *medium* berdasarkan standar KPI yang sudah ditetapkan.

Pada koordinat 112.6285019, -7.9621811 menunjukkan nilai RSRP terendah yaitu sebesar -100.6 dBm. UE melakukan perhitungan nilai RSRP secara periodik pada *cell* lain yang berdekatan dan kuat dari *cell* yang sedang melayaninya saat itu. Berdasarkan laporan perhitungan yang dilakukan UE, menunjukkan terdapat dua *cell* terdekat yang memiliki nilai RSRP sebesar -100 dBm dan -97 dBm. Namun, UE melakukan *handover* pada *cell* yang memiliki nilai RSRP -100 dBm. Pada saat itulah nilai dari RSRQ digunakan dalam proses *handover*. Nilai RSRQ *cell* pada saat RSRP bernilai -97 dBm, menunjukkan nilai yang rendah yaitu -15.5 dB. Sedangkan nilai RSRQ *cell* pada saat RSRP bernilai -14.5 dB. Apabila nilai RSRQ menunjukkan nilai yang rendah, hal ini menunjukkan nilai *noise* dan interferensi yang tinggi.



Gambar 4.8 RSRQ wilayah Kecamatan Klojen Malang

Sumber : Hasil Penelitian

4.6 Perhitungan Coverage Area eNodeB

Perhitungan *coverage area* bertujuan untuk mengetahui luas wilayah pelayanan untuk sebuah eNodeB. Untuk melakukan perhitungan *coverage area* ini, memiliki tiga tahap yaitu perhitungan *link budget* dan *path loss*, perhitungan radius *cell*, dan perhitungan *coverage area*.

4.6.1 Link budget dan Path loss

Perhitungan *link budget* dan *pathloss* ini dilakukan pada sisi *downlink*. Dimana sisi *uplink* saat *user* menjadi *transmitter* dan eNodeB menjadi *receiver*, sedangkan sisi *downlink* sebaliknya *user* menjadi *receiver* dan eNodeB menjadi *transceiver*.

Tabel 4.4 Downlink Link Budget

Parameter		Nilai parameter
Transceiver – eNodeB		
a	Max tx power (dBm)	46.0
b	Tx antenna gain (dBi)	18.0
c	Cable loss (dB)	2.0
d	EIRP	62.0
Receiver – User		
e	User noise figure (dB)	7.0
f	Thermal noise (dB)	-104.5
g	Receiver noise floor (dBm)	-97.5
h	SINR	-9.0
i	Receiver sensitivity	-106.5
j	Interference margin (dB)	4.0
k	Control channel overhead (dB)	20.0
Path loss		145,4

Sumber : Holma Harry & A. Toskala, 2009

Tabel 4.5 *Keterangan Downlink link budget*

Parameter		Nilai parameter
Transceiver – eNodeB		
a	Max tx power (dBm). Untuk makro <i>cell</i> dengan power 20-60 W nilainya berkisar 43-48 dBm	46.0
b	Tx <i>antenna gain</i> (dBi) sesuai pada <i>uplink</i> budget	18.0
c	<i>Cable loss</i> terjadi antara connector dengan antenna. Nilainya tergantung panjang kabel, tebal kabel dan frekuensi kerja. Nilainya berkisar 1-6 dB	2.0
d	$EIRP = a + b - c$	62.0
Receiver – User		
e	<i>User noise figure</i> (dB). Nilainya tergantung frekuensi band dan alokasi bandwidth. Berkisar antara 6-11 dB	7.0
f	<i>Thermal noise</i> (dB). Hasil perhitungan dari k (konstanta Boltzman) x T (290K) x Bandwidth. Nilai bandwidth tergantung bit rate, dimana nilai bitrate tergantung dari <i>resource block</i> . Diasumsikan 50 <i>resource block</i> untuk 1 Mbps. (9 MHz)	-104.5
g	<i>Receiver noise floor</i> (dBm) = $e + f$	-97.5
h	SINR nilainya tergantung pada modulasi dan coding, yang lagi-lagi tergantung pada data rate dan pada jumlah blok sumber daya yang dialokasikan. 1000 kbps (-9dB)	-9.0
i	<i>Receiver sensitivity</i> = $g + h$	-106.5
j	<i>Interference margin</i> (dB) dihitung untuk peningkatan tingkat interference terminal disebabkan oleh gangguan dari pengguna lain. Diasumsikan G-faktor 4 dB sehingga	4.0

	besarnya interference margin $10 \cdot \log_{10}(1+10^4/10) = 5,5 \text{ Db}$	
k	Control channel overhead (dB)	-20.0
Path loss = d - i - j + l		145,5

Sumber : Holma Harry & A. Toskala, 2009

4.6.2 Menghitung Cell Radius

Pada skripsi ini, pengukuran dilakukan pada jaringan LTE pada frekuensi operasi 1800 MHz. Sehingga digunakan rumus *cell radius* Okumura-Hatta karena memiliki jangkauan frekuensi yang lebar dan spesifikasinya memenuhi jangkauan frekuensi operasi LTE. Wilayah Kecamatan Klojen Malang termasuk dalam kategori dense urban sehingga akan digunakan rumus *cell radius* untuk daerah dense urban. Perhitungan pada sisi *downlink* sebagai berikut.

$$L_p = C_1 + C_2 \log(f) + 13.82 \log h_b - a(h_m) + [44.9 - 6.55 \log h_b] \log(r) + C_0$$

Dimana :

$$h_b = 30 \text{ m}$$

$$h_m = 1.5 \text{ m}$$

$$C_1 = 46.3 \text{ untuk } 1500 \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$$

$$C_2 = 33.9 \text{ untuk } 1500 \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$$

$$a(h_m) = [1.1 \log(f) - 0.7] h_m - [1.56 \log(f) - 0.8]$$

$$a(h_m) = [1.1 \log(1800) - 0.7] 1.5 - [1.56 \log(1800) - 0.8]$$

$$a(h_m) = 4.321199 - 4.27822$$

$$a(h_m) = 0.042979$$

Sehingga,

$$145.5 = 46.3 + 33.9 \log(1800) + 13.82 \log(30) - 0.042979 \\ + [44.9 - 6.55 \log(30)] \log(r) + 3$$

$$145.5 = 46.3 + 110.3537 + 20.4138 - 0.042979 + [44.9 - 6.55 \log(30)] \log(r) + 3$$

$$145,5 = 46.3 + 110,3537 - 20,4138 - 0,42979 + [35,2248] \log(r) + 3$$

$$145,5 = 138.8101 + [35,2248] \log(r)$$

$$[35,2248] \log(r) = 6.6899$$

$$\log(r) = \frac{6.6899}{35.2248}$$

$$\log(r) = 0.189920$$

$$r = 1.54 \text{ km}$$

Setelah perhitungan diatas maka didapatkan radius *cell* sebesar 1.54 km.

4.6.3 Coverage Area eNodeB

Bentuk sel yang digunakan pada sistem komunikasi seluler adalah bentuk segi enam. Berikut perhitungan luas *cell* dengan bentuk segi enam.

$$\text{coverage area} = \frac{3}{2} \sqrt{3} R^2 \text{ (km}^2\text{)}$$

$$\text{coverage area} = \frac{3}{2} \sqrt{3} (1,54)^2 \text{ (km}^2\text{)}$$

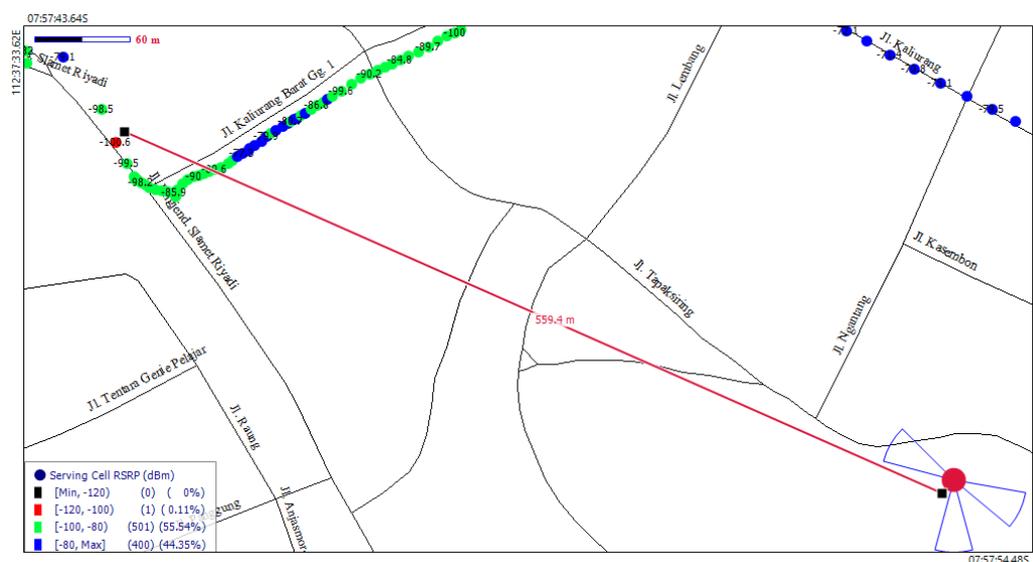
$$\text{coverage area} = 6.16159 \text{ km}^2$$

Jadi, luas pelayanan yang dapat dilayani oleh sebuah eNodeB adalah 6.16159 km².

4.7 Analisis Coverage Area

Coverage area merupakan sebuah batas yang dapat dijangkau oleh antenna BTS dimana user dapat menggunakan layanan jaringan. Setelah melakukan perhitungan *coverage area*, maka didapatkan luas *coverage area* untuk sebuah eNodeB adalah 6.16159 km².

Dari hasil pengukuran drive test di Kecamatan Klojen Malang dengan mengamati parameter RSRP dan RSRQ menunjukkan kualitas sinyal yang masih belum maksimal. Terdapat beberapa titik pengukuran pada wilayah ini yang memiliki nilai RSRP maupun RSRQ yang rendah. Nilai RSRP terendah terdapat pada titik koordinat 112.6285019, -7.9621811. Nilai RSRP terendah yaitu sebesar -100.6 dBm.



Gambar 4.9 Jarak eNodeB dengan UE

Gambar 4.9 Menunjukkan jarak BTS yang sedang melayani UE saat nilai RSRP terendah. Jarak UE dengan BTS saat itu adalah 559.4 m. Berdasarkan perhitungan *coverage area* yang telah dilakukan, pada titik koordinat tersebut masih dalam *coverage area* dari BTS yang melayani saat itu. Namun nilai RSRP dan RSRQ dari *user* menunjukkan nilai yang rendah. Hal ini disebabkan karena terdapat BTS lain yang juga *cover* lokasi tersebut yang menyebabkan interferensi sehingga kualitas sinyal menjadi buruk yang dibuktikan dari nilai RSRP dan RSRQ yang rendah saat itu.

Untuk mengetahui terjadinya interferensi dapat dilihat dari nilai RSSI dan SINR saat itu. RSSI merupakan parameter yang terdiri dari nilai sinyal, *noise*, dan interferensi. Sedangkan SINR merupakan parameter yang menyatakan kualitas suatu sinyal pada jaringan nirkabel terhadap *noise* dan interferensi. Nilai RSSI saat itu menunjukkan nilai yang sangat tinggi yaitu sebesar -67.2 dBm dan nilai SINR sebesar -0.8 dB. Nilai RSSI dan SINR ini menunjukkan adanya indikasi telah terjadi interferensi.

Teknik *multiple access OFDMA* pada jaringan LTE terjadinya interferensi disebabkan penggunaan frekuensi kerja yang saling berdekatan sehingga akan mempengaruhi tumpang tindih antara *subcarrier* yang bersebelahan dan penggunaan frekuensi kembali pada *cell* lain. *User* akan menggunakan satu atau lebih subkanal untuk mentransmisikan data ke BTS di dalam *cell*. Pada saat bersamaan, *user* lain pada *cell* tetangga juga dapat mentransmisikannya ke BTS. Karena penggunaan kembali frekuensi dapat terjadi interferensi karena pada *cell* tetangga dapat menggunakan kembali *subcarrier* tersebut.