

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dan analisis terhadap data *drivetest* dilakukan dengan tujuan agar dapat diketahui sinyal berdasarkan beberapa parameter yang diamati pada *Tems Pocket* di wilayah Kabupaten Ponorogo, apakah kualitas layanan yang telah disediakan oleh suatu *provider* telepon seluler sudah baik atau sebaliknya. Kualitas sinyal panggilan suara yang baik dapat diamati dari parameter RSRP, SINR, *Throughput*.

4.1 Waktu dan Jalur Pengukuran

Pengukuran dilakukan selama 4 hari dari tanggal 4 Juli 2017 sampai tanggal 7 Juli 2017 dengan waktu yang berbeda-beda, dari jam 15.00 WIB, 17.00 WIB, 19.00 WIB, dan 21.00 WIB. Area yang dipilih dalam proses *drivetest* merupakan wilayah Kabupaten Ponorogo yang meliputi 5 jalan utama. Pada skripsi ini plotting area *drivetest* wilayah Kabupaten Ponorogo melewati 7 desa dan kelurahan yang ada di wilayah Kabupaten Ponorogo, yaitu:

- Jalan Soekarno Hatta merupakan jalan pusat di Kabupaten Ponorogo, karena terdapat pusat perdagangan berupa Pasar Legi Songgolangit dan Gedung Serbaguna Bakti.
- Jalan Urip Sumoharjo merupakan salah satu jalan arteri di Kabupaten Ponorogo, karena terdapat Pasar Pakaian dan Polres Ponorogo.
- Jalan Diponegoro merupakan jalan alternatif antar kota dan kabupaten, dan terdapat pusat Pemerintahan Dinas Kabupaten Ponorogo dan Alon-alon barat Ponorogo.
- Jalan Jendral Sudirman merupakan salah satu jalan arteri di Kabupaten Ponorogo, karena terdapat 2 pusat perbelanjaan yaitu Keraton Mall dan Ponorogo Permai, selain itu menjadi jalur Alon-alon bagian selatan dan pusat pendidikan dan sekolah di Kabupaten Ponorogo.
- Jalan Gajah Mada merupakan jalan padat pertokoan dan terdapat dinas Perpajakan, dinas Ketahanan Pangan, dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, dinas Pertanian di Kabupaten Ponorogo.

Ketika melakukan *drivetest*, jalan yang dilewati tidak dapat diubah, melainkan harus sesuai dengan urutan jalur tersebut.

4.2 Variabel Data Drivetest

Variabel data yang diambil pada waktu *drivetest* menggunakan *software Teme Pocket* yaitu RSRP, SINR, dan *Throughput*, parameter tersebut merupakan standar dari pihak *provider* untuk *drivetest* 4G LTE.

- *Reference Signal Received Power* (RSRP) adalah besarnya daya yang diterima oleh UE (*User Equipment*).
- *Signal to Interference and Noise Ratio* (SINR) adalah kualitas sinyal yang diterima oleh UE (*User Equipment*).
- *Throughput* adalah aplikasi simulasi untuk mengetahui *bandwidth* dan kecepatan yang didapat pada saat terjadi koneksi.

4.3 Pengumpulan Data Drivetest

Pada pengumpulan data *drivetest* menggunakan *Mobile Station* (MS) yang terpasang aplikasi *software Teme Pocket* 13.3.1. Dalam pengumpulan data, pengaturan perangkat pengukur yaitu *Mobile Station* dan *Teme Pocket* 13.3.1 harus terlebih dahulu mengikuti langkah yang ditunjukkan sub Bab 3.4 pada No 4. Proses pengumpulan data menggunakan satu perangkat *Mobile Station* (MS) dengan menggunakan salah satu operator terbesar di Indonesia yaitu Telkomsel.

Pengolahan data akan dianalisis lebih lanjut menggunakan *software Teme Discovery* 11.1.9. Adapun spesifikasi perangkat yang digunakan pada saat pengambilan data *drivetest* pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Spesifikasi perangkat

No.	Perangkat	Spesifikasi
1.	<i>Teme Pocket</i> 13.3.1	Lisensi : <i>Teme Pocket</i> 13.x Professional Versi : 13.3.1.589
2.	Samsung Galaxy S5 SM-G900I	Teknologi : GSM / HSPA/ LTE Dimensi : 142 x 72.5 x 8.1 mm Berat : 145 g RAM : 2 GB

Sumber: www.gsmarena.com

Pengambilan data *drivetest* ini dilakukan selama 4 hari, dari tanggal 4 Juli -7 Juli 2017. Wilayah *drivetest* pada penelitian ini dilakukan di Kecamatan Ponorogo yang terdiri atas 7 kelurahan atau desa dan 5 jalan utama di Kabupaten Ponorogo. Adapun *route* yang digunakan dalam *drivetest* ditunjukkan pada Gambar 3.2.

Pada wilayah Kecamatan Ponorogo sudah terdapat BTS dengan jaringan 4G LTE Telkomsel. Adapun BTS yang digunakan hanya yang mencakup pada saat *route* pengukuran. Namun tidak semua BTS yang terdapat Wilayah Kecamatan Ponorogo digunakan dan mencakup pada saat pengukuran. BTS yang digunakan pada pengukuran *drivetest* ditunjukkan pada Gambar 4.1.

4.4 Pengolahan Data *Drivetest*

Data hasil pengukuran *drivetest* nantinya akan diolah dengan menggunakan Tems Discovery 11.1.9 yang akan menampilkan kondisi jaringan secara riid. Spesifikasi perangkat dalam pengolahan data hasil *drivetest* ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Spesifikasi perangkat pengolahan data*

No.	Perangkat	Spesifikasi
1.	<i>Tems Discovery</i> 11.1.9	Merk ASCOM RR Version: RR 122.0_20160902.1
2.	Laptop ASUS A456U	Windows 10 Pro intel CORE i5 RAM 8 GB

Sumber: www.asus.com

Hasil data pengukuran sinyal yang dianalisis nantinya akan dibandingkan dengan standar nilai yang sudah ditetapkan sebagai target KPI dari *provider* Telkomsel. Proses pengolahan data pada *Tems Discovery* akan ditampilkan dalam bentuk peta dan tabel dari setiap parameter yang diamati. Adapun parameter-parameter yang diolah adalah :

1. *Reference Signal Received Power (RSRP)*
2. *Signal to Interference and Noise Ratio (SINR)*
3. *Throughput*

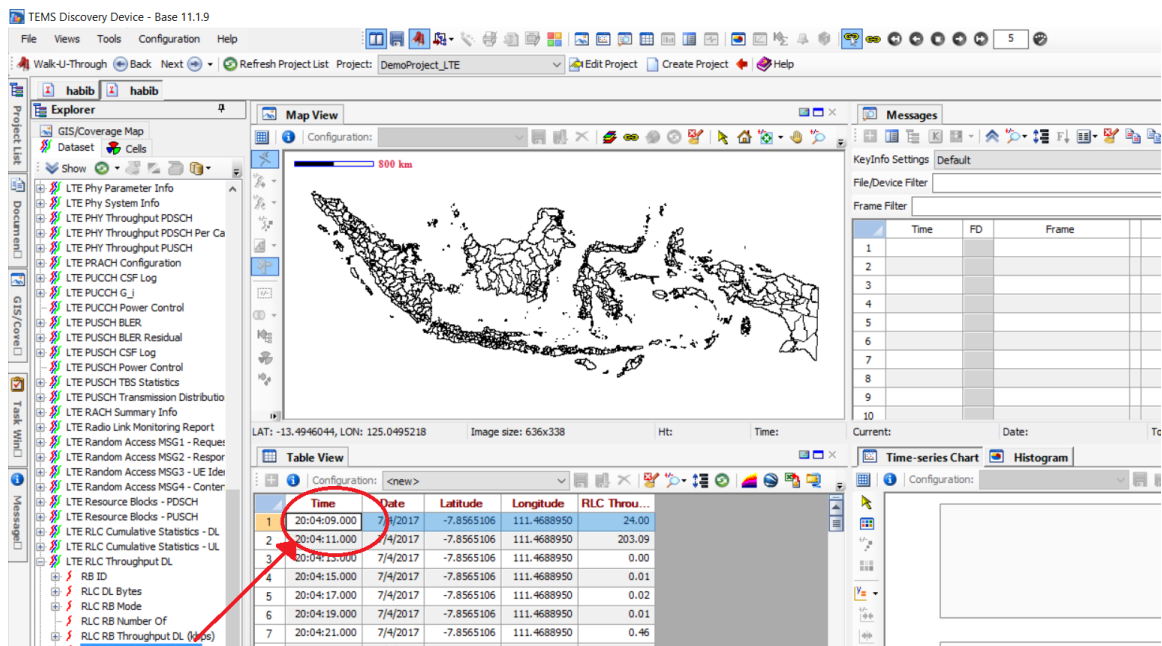
Adapun langkah-langkah untuk menampilkan data hasil *drivetest* dari setiap parameter dalam bentuk tabel dan peta dilakukan sebagai berikut:

4.4.1 Menampilkan Hasil Data Berupa Tabel

Menampilkan data hasil *drivetest* yang dihasilkan dari proses pengumpulan data dalam bentuk tabel, dapat dilakukan dengan cara:

1. *Drag* parameter yang ingin diamati ke lembar kerja *Table View*.
2. *Drop* parameter tersebut seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.
3. Setelah langkah ini dilakukan, maka pada lembar kerja *Table View* akan menampilkan tabel yang berisikan nilai dari parameter yang diamati disepanjang rute *drivetest* yang telah dilakukan.
4. Data yang sudah ditampilkan pada lembar kerja *Table View* dapat disimpan dalam format *.xlsx* sehingga data tersebut dapat dibuka menggunakan *software Microsoft Office Excel*.

Data hasil *drivetest* yang terdapat di *dataset* ke lembar kerja *Table View* dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Menampilkan hasil data bentuk tabel

Sumber: Hasil Penelitian

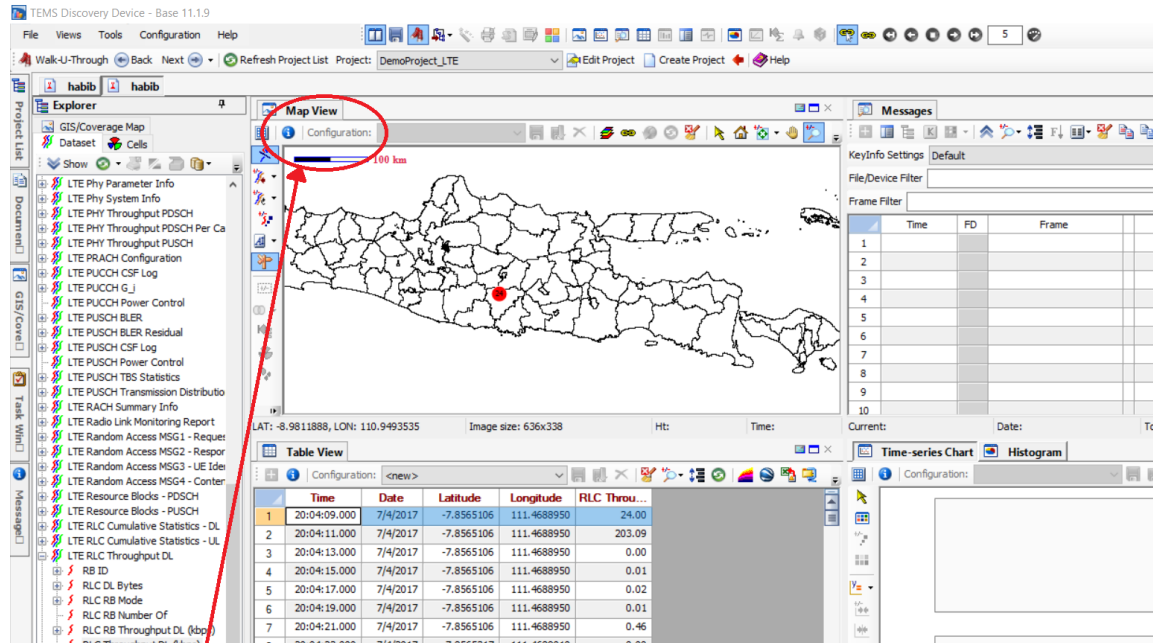
4.4.2 Menampilkan Hasil Data Berupa Peta

Menampilkan data hasil *drivetest* yang dihasilkan dari proses pengumpulan data dalam bentuk peta, dapat dilakukan dengan cara:

1. *Drag* data parameter yang ingin diamati ke lembar kerja *Map View*
2. *Drop* data parameter tersebut seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2.
3. Setelah langkah ini dilakukan, maka pada lembar kerja *Map View* akan menampilkan banyak indikator warna disepanjang rute *drivetest* yang telah

dilakukan. Masing-masing indikator warna yang ditampilkan dalam *Map View* merepresentasikan nilai dari parameter yang diuji.

Data hasil *drivetest* yang terdapat di *dataset* ke lembar kerja *Map View* dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Menampilkan hasil data bentuk Map

Sumber: Hasil Penelitian

4.5 Data Hasil Drivetest

Analisis data hasil *drivetest* pada tanggal 4 Juli 2017 sampai 7 Juli 2017 mencakup beberapa parameter-parameter untuk mengetahui kualitas sebuah jaringan yaitu *Reference Signal Received Power (RSRP)*, *Signal to Interference and Noise Ratio (SINR)*, *Throughput*. Adapun pembagian analisis data hasil *drivetest* terbagi berdasarkan waktu yaitu tanggal dan waktu. Analisis data dimulai pada tanggal 4 Juli 2017 pada jam 15.00 WIB, tanggal 5 Juli 2017 pada jam 17.00 WIB, tanggal 6 Juli 2017 pada jam 19.00 WIB, tanggal 7 Juli 2017 pada jam 21.00 WIB.

4.5.1 Data Hasil Drivetest tanggal 4 Juli 2017

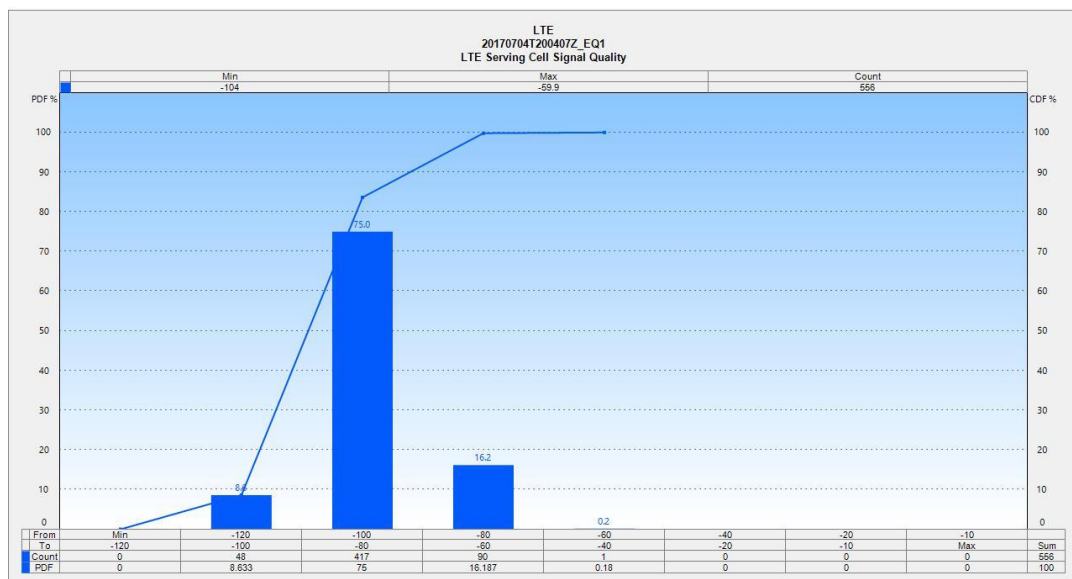
Pada analisis data hasil *drivetest* tanggal 4 Juli 2017 dilakukan pada jam 15.00 WIB dengan menggunakan parameter-parameter *Reference Signal Received Power (RSRP)*, *Signal to Interference and Noise Ratio (SINR)*, *Throughput* yang di tampilkan dalam bentuk *Map View* dan Grafik. Berikut hasil data *drivetest* dan analisis dari setiap parameter-parameter yang ditentukan:

- **Data RSRP**



Gambar 4.3 Hasil RSRP dalam bentuk Map Tanggal 4 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.4 Hasil RSRP dalam bentuk Grafik Tanggal 4 Juli 2017

Sumber : Hasil Penelitian

Pada grafik di atas menunjukkan nilai RSRP jaringan LTE Telkomsel pada tanggal 4 Juli 2017 di Wilayah Kabupaten Ponorogo. Grafik tersebut menunjukkan nilai dari RSRP banyak terdapat diantara -120 dBm hingga -80 dBm. Adapun nilai RSRP terendah sebesar -104 dBm dan nilai RSRP tertinggi sebesar -59,9 dBm.

Nilai RSRP jaringan LTE Telkomsel pada tanggal 4 Juli 2017 di Wilayah Kabupaten Ponorogo dapat disimpulkan bagus. Pada Gambar 4.3 menunjukkan RSRP yang bernilai

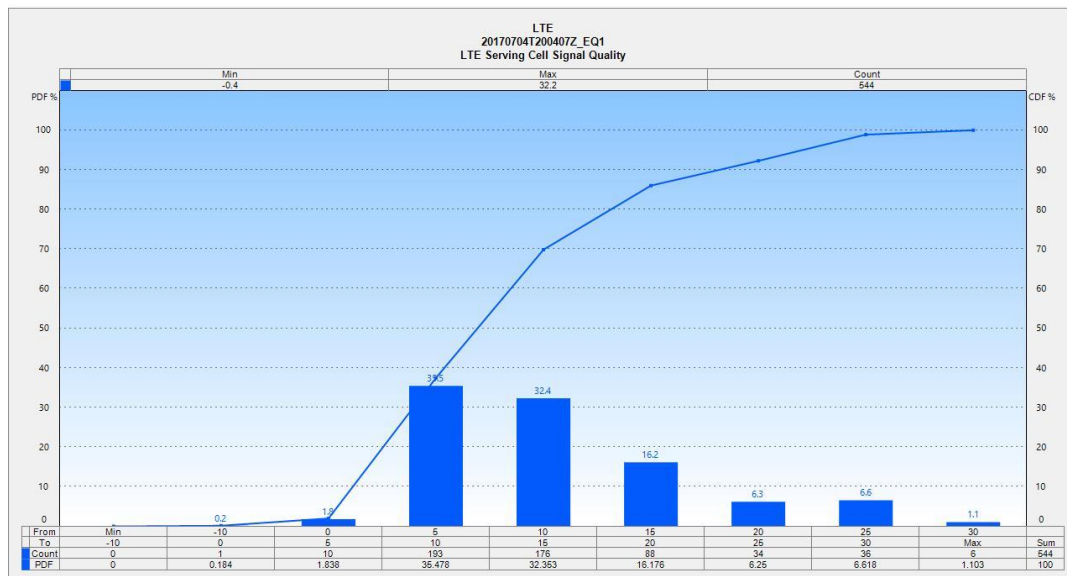
lebih dari -80 dBm sebesar 16,187%. Sedangkan yang bernilai antara -100 dBm sampai -80 dBm sebesar 75%. Untuk nilai diantara -120 dBm sampai -100 dBm sebesar 8,633%.

• Data SINR



Gambar 4.5 Hasil SINR dalam bentuk Map Tanggal 4 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



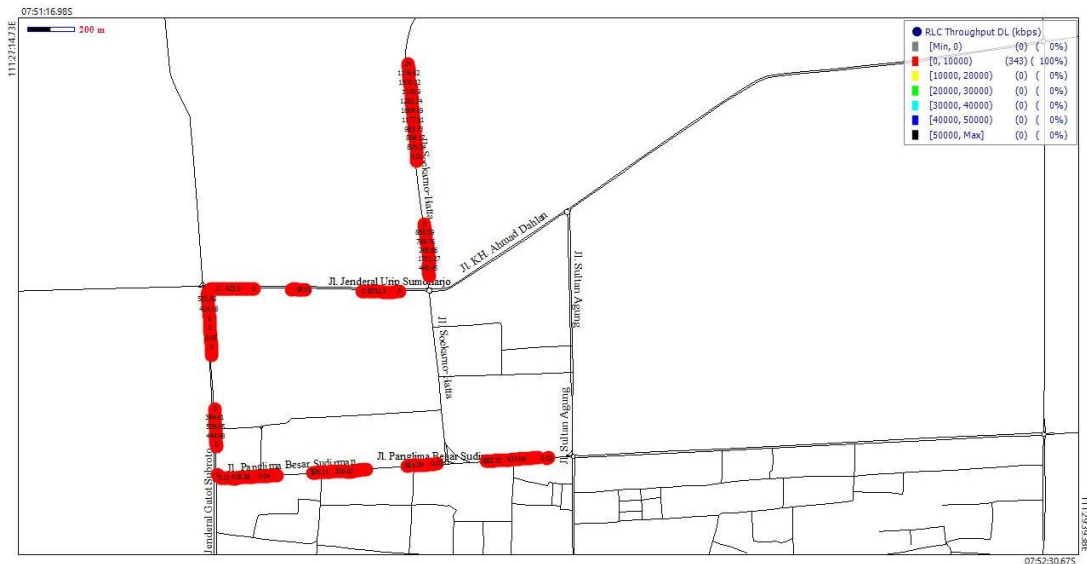
Gambar 4.6 Hasil SINR dalam bentuk Grafik Tanggal 4 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian

Dapat dilihat dari Gambar 4.5 dan Gambar 4.6, nilai SINR pada tanggal 4 Juli 2017 di wilayah Kabupaten Ponorogo nilai maksimal 32,2 dB dan untuk nilai minimal -0,4 dB. Sedangkan untuk rata-rata bernilai 5 dB sampai 15 dB dengan persentase 67,83%. Bahkan ada 0,18 % nilai berada dibawah 0 dB. Untuk nilai SINR yang berada di nilai 15 dB sampai 20 dB ada 16,18% dan hanya ada 13,97% yang bernilai di atas 20 dB. Padahal untuk standar

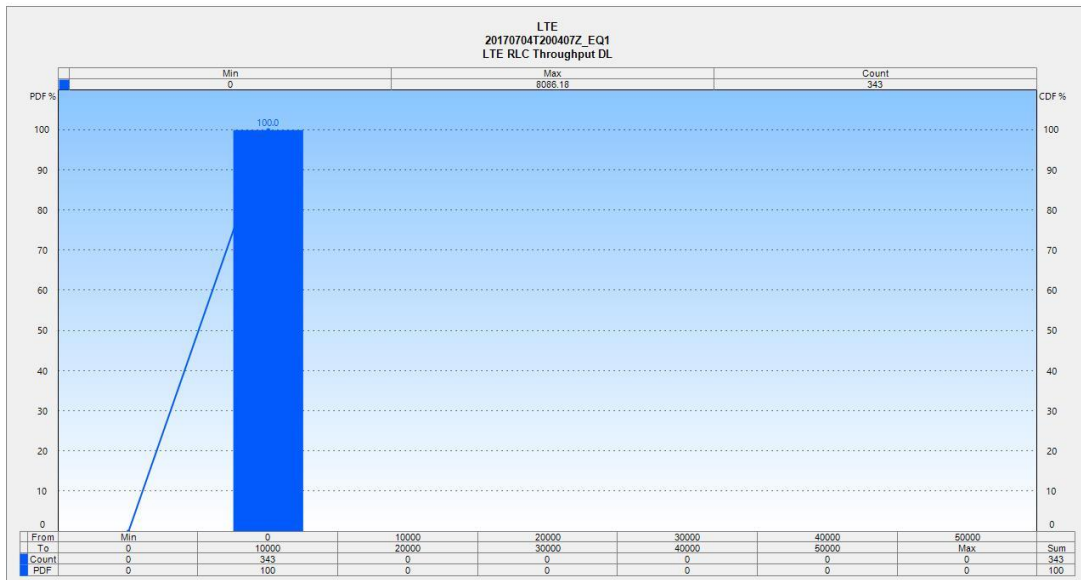
KPI pada nilai SINR yang maksimal hanya berada diatas 20 dB. Hal itu nantinya akan mempengaruhi jaringan 4G LTE khususnya dalam kecepatan ketika sedang *downlink*. Padahal untuk wilayah Ponorogo yang menjadi titik simpul orang dalam beraktifitas sangat diperlukan kecepatan *download* yang maksimal untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang tinggal di sekitar wilayah padat aktifitas.

- **Data Throughput**



Gambar 4.7 Hasil *Throughput* dalam bentuk *Map* Tanggal 4 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.8 Hasil *Throughput* dalam bentuk Grafik Tanggal 4 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian

Pada *map view* dan grafik Gambar 4.7 dan Gambar 4.8, nilai *throughput* pada tanggal 4 Juli 2017 di wilayah Kabupaten Ponorogo menunjukkan nilai maksimal 8086,18 Kbps dan

nilai minimal 0 Kbps. Bahkan untuk nilai rata-rata antara 0 Kbps sampai 10000 Kbps dengan persentase 100%. Padahal untuk standar KPI pada nilai *throughput* yang baik berada diatas 15.000 Kbps. Hal itu nantinya akan mempengaruhi jaringan 4G LTE khususnya dalam kecepatan ketika sedang *downlink* dan *uplink*.

4.5.2 Data Hasil Drivetest tanggal 5 Juli 2017

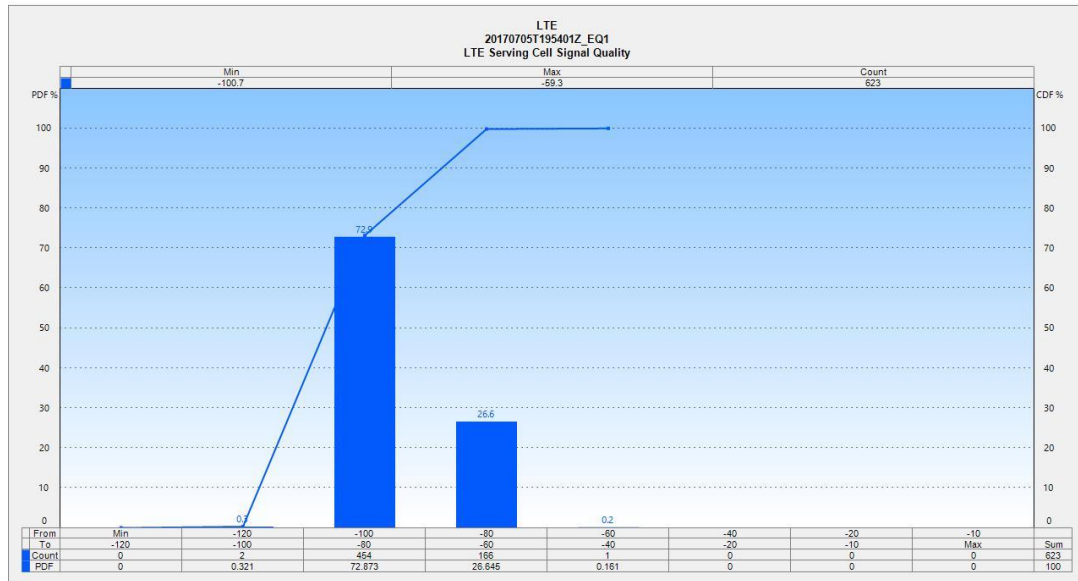
Pada analisis data hasil *drivetest* tanggal 5 Juli 2017 dilakukan pada jam 17.00 WIB dengan menggunakan parameter-parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Signal to Interference and Noise Ratio* (SINR), *Throughput* yang di tampilkan dalam bentuk *Map View* dan Grafik. Berikut hasil data *drivetest* dan analisis dari setiap parameter-parameter yang ditentukan:

- **Data RSRP**



Gambar 4.9 Hasil RSRP dalam bentuk Map Tanggal 5 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.10 Hasil RSRP dalam bentuk Grafik Tanggal 5 Juli 2017

Sumber : Hasil Penelitian

Pada grafik di atas menunjukkan nilai RSRP jaringan LTE Telkomsel pada tanggal 5 Juli 2017 di Wilayah Kabupaten Ponorogo. Grafik tersebut menunjukkan nilai dari RSRP banyak terdapat diantara -120 dBm hingga -60 dBm. Adapun nilai RSRP terendah sebesar -100,7 dBm dan nilai RSRP tertinggi sebesar -59,3 dBm.

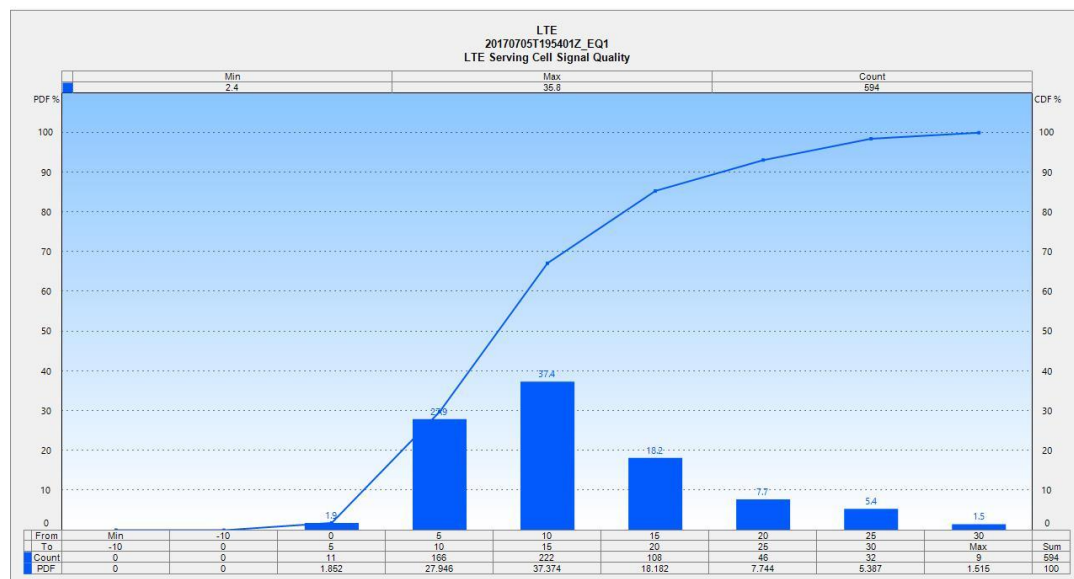
Nilai RSRP jaringan LTE Telkomsel pada tanggal 5 Juli 2017 di Wilayah Kabupaten Ponorogo dapat disimpulkan bagus. Pada Gambar 4.9 menunjukkan RSRP yang bernilai lebih dari -60 dBm sebesar 0,161%. Sedangkan yang bernilai antara -80 dBm sampai -60 dBm sebesar 26,645%. Untuk nilai diantara -100 dBm sampai -80 dBm sebesar 72,873%. Dan nilai diantara -120 dBm sampai -100 dBm sebesar 0,321%.

- Data SINR



Gambar 4.11 Hasil SINR dalam bentuk Map Tanggal 5 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.12 Hasil SINR dalam bentuk Grafik Tanggal 5 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian

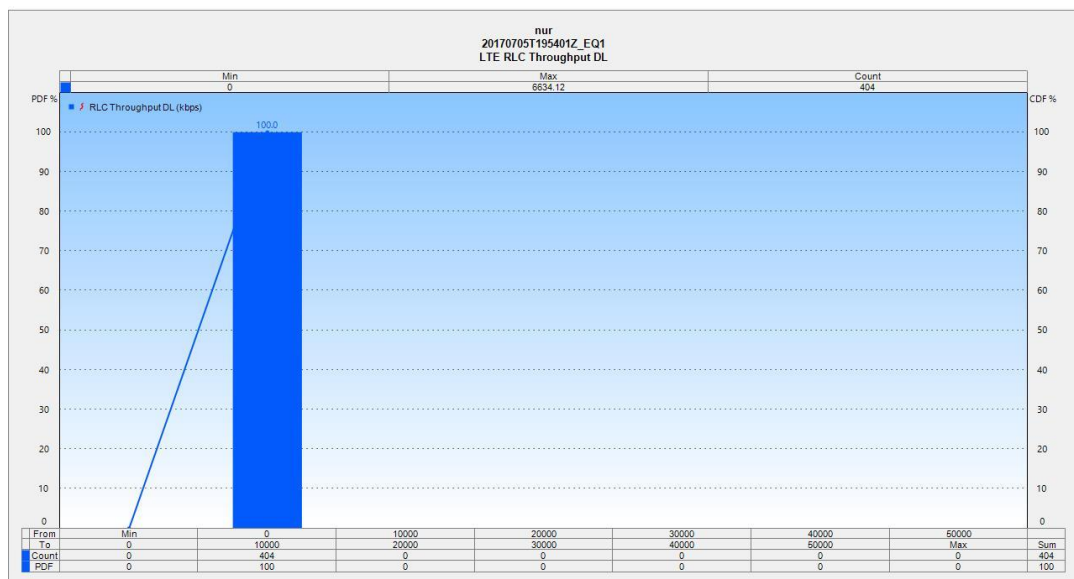
Dapat dilihat dari Gambar 4.11 dan Gambar 4.12, nilai SINR pada tanggal 5 Juli 2017 di wilayah Kabupaten Ponorogo nilai maksimal 35,8 dB dan untuk nilai minimal 2,4 dB. Sedangkan untuk rata-rata bernilai 5 dB sampai 15 dB dengan persentase 65,32%. Untuk nilai SINR yang berada di nilai 15 dB sampai 20 dB ada 18,18% dan hanya ada 14,65% yang bernilai di atas 20 dB. Padahal untuk standar KPI pada nilai SINR yang maksimal hanya berada diatas 20 dB. Hal itu nantinya akan mempengaruhi jaringan 4G LTE khususnya dalam kecepatan ketika sedang *downlink*.

- **Data Throughput**



Gambar 4.13 Hasil *Throughput* dalam bentuk *Map* Tanggal 5 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.14 Hasil *Throughput* dalam bentuk Grafik Tanggal 5 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian

Pada *map view* dan grafik Gambar 4.13 dan Gambar 4.14, nilai *throughput* pada tanggal 5 Juli 2017 di wilayah Kabupaten Ponorogo menunjukkan nilai maksimal 6634,12 Kbps dan nilai minimal 0 Kbps. Bahkan untuk nilai rata-rata antara 0 Kbps sampai 10000 Kbps dengan persentase 100%. Padahal untuk standar KPI pada nilai *throughput* yang baik berada diatas 15.000 Kbps. Hal itu nantinya akan mempengaruhi jaringan 4G LTE khususnya dalam kecepatan ketika sedang *downlink* dan *uplink*.

4.5.3 Data Hasil Drivetest tanggal 6 Juli 2017

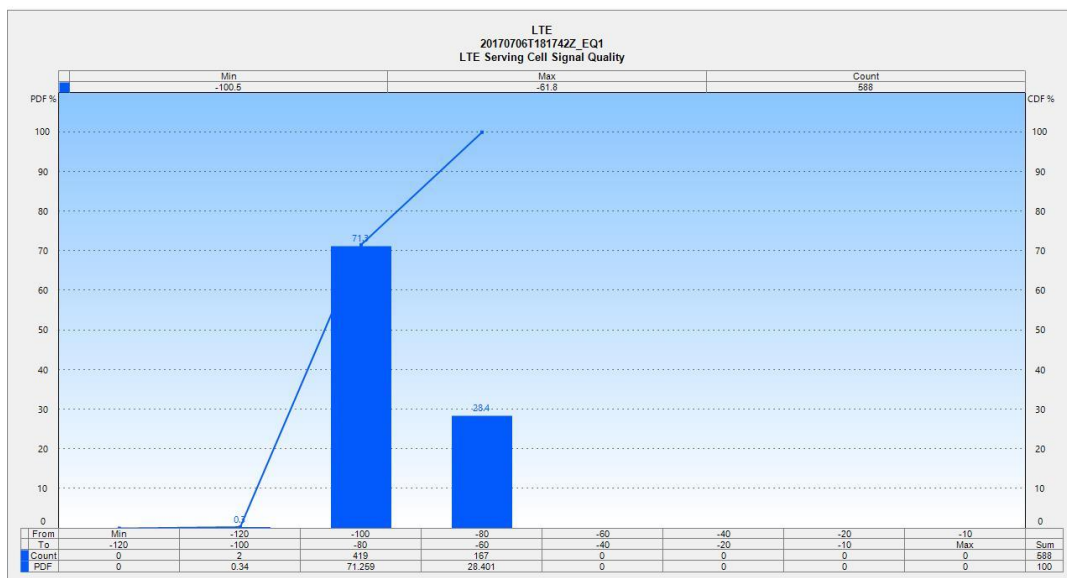
Pada analisis data hasil *drivetest* tanggal 6 Juli 2017 dilakukan pada jam 19.00 WIB dengan menggunakan parameter-parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Signal to Interference and Noise Ratio* (SINR), *Throughput* yang di tampilkan dalam bentuk *Map View* dan Grafik. Berikut hasil data *drivetest* dan analisis dari setiap parameter parameter yang ditentukan:

- **Data RSRP**



Gambar 4.15 Hasil RSRP dalam bentuk Map Tanggal 6 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.16 Hasil RSRP dalam bentuk Grafik Tanggal 6 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian

Pada grafik di atas menunjukkan nilai RSRP jaringan LTE Telkomsel pada tanggal 6 Juli 2017 di Wilayah Kabupaten Ponorogo. Grafik tersebut menunjukkan nilai dari RSRP banyak terdapat diantara -120 dBm hingga -80 dBm. Adapun nilai RSRP terendah sebesar -100,6 dBm dan nilai RSRP tertinggi sebesar -61,8 dBm.

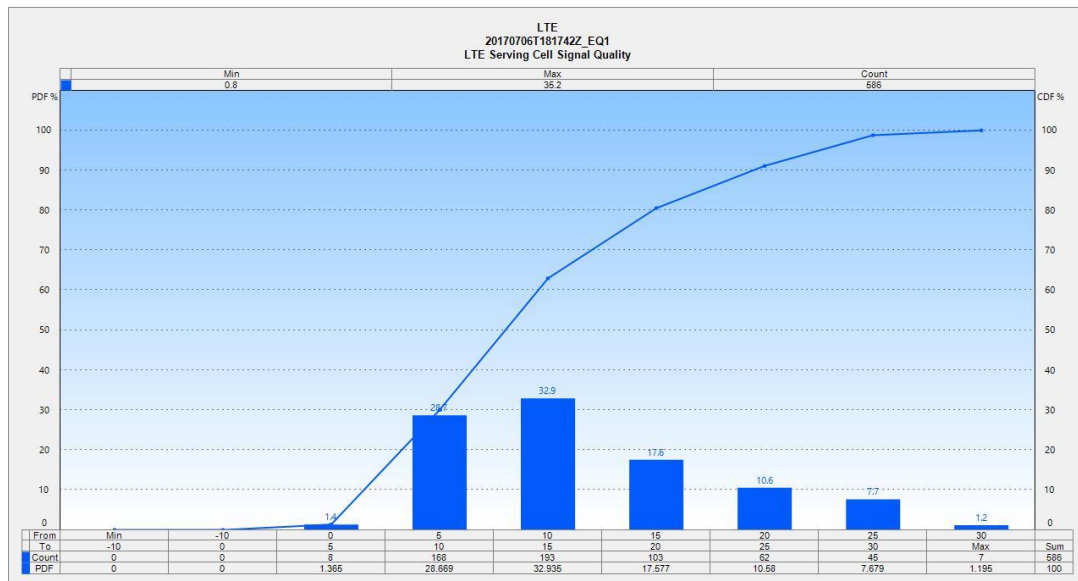
Nilai RSRP jaringan LTE Telkomsel pada tanggal 6 Juli 2017 di Wilayah Kabupaten Ponorogo dapat disimpulkan bagus. Pada Gambar 4.15 menunjukkan RSRP yang bernilai lebih dari -80 dBm sebesar 28,401%. Sedangkan yang bernilai antara -100 dBm sampai -80 dBm sebesar 71,259%. Untuk nilai diantara -120 dBm sampai -100 dBm sebesar 0,34%.

- **Data SINR**



Gambar 4.17 Hasil SINR dalam bentuk Map Tanggal 6 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.18 Hasil SINR dalam bentuk Grafik Tanggal 6 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian

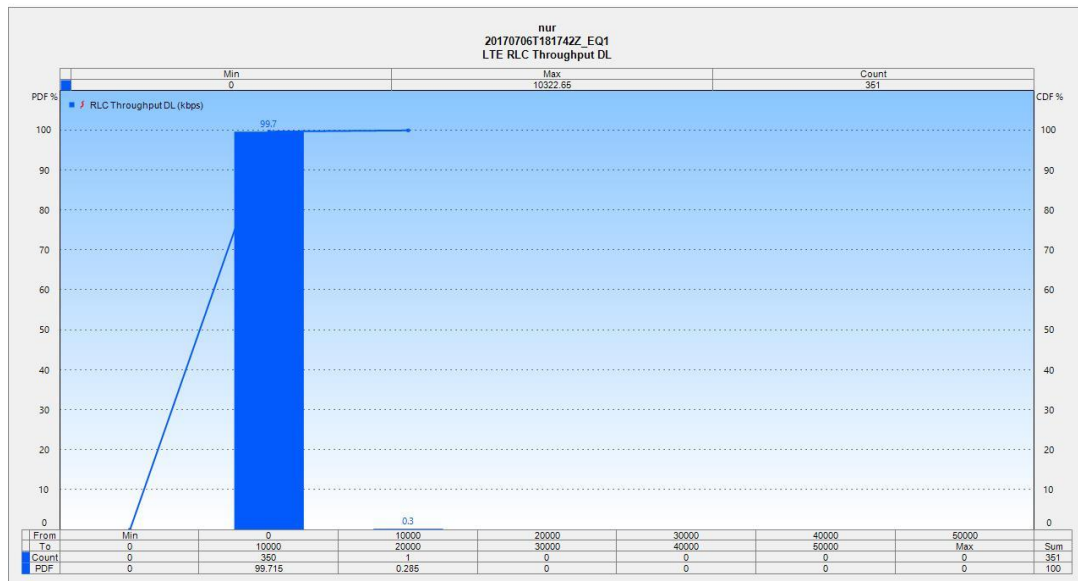
Dapat dilihat dari Gambar 4.17 dan Gambar 4.18, nilai SINR pada tanggal 6 Juli 2017 di wilayah Kabupaten Ponorogo nilai maksimal 35,2 dB dan untuk nilai minimal 0,8 dB. Sedangkan untuk rata-rata bernilai 5 dB sampai 15 dB dengan persentase 61,61%. Untuk nilai SINR yang berada di nilai 15 dB sampai 20 dB ada 17,58% dan hanya ada 19,45% yang bernilai di atas 20 dB. Padahal untuk standar KPI pada nilai SINR yang maksimal hanya berada diatas 20 dB. Hal itu nantinya akan mempengaruhi jaringan 4G LTE khususnya dalam kecepatan ketika sedang *downlink*.

• Data Throughput



Gambar 4.19 Hasil Throughput dalam bentuk Map Tanggal 6 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.20 Hasil *Throughput* dalam bentuk Grafik Tanggal 6 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian

Pada *map view* dan grafik Gambar 4.19 dan Gambar 4.20, nilai *throughput* pada tanggal 6 Juli 2017 di wilayah Kabupaten Ponorogo menunjukkan nilai maksimal 10322,65 Kbps dan nilai minimal 0 Kbps. Bahkan untuk nilai rata-rata antara 0 Kbps sampai 10000 Kbps dengan persentase 100%. Padahal untuk standar KPI pada nilai *throughput* yang baik berada diatas 15.000 Kbps. Hal itu nantinya akan mempengaruhi jaringan 4G LTE khususnya dalam kecepatan ketika sedang *downlink* dan *uplink*.

4.5.4 Data Hasil *Drivetest* tanggal 7 Juli 2017

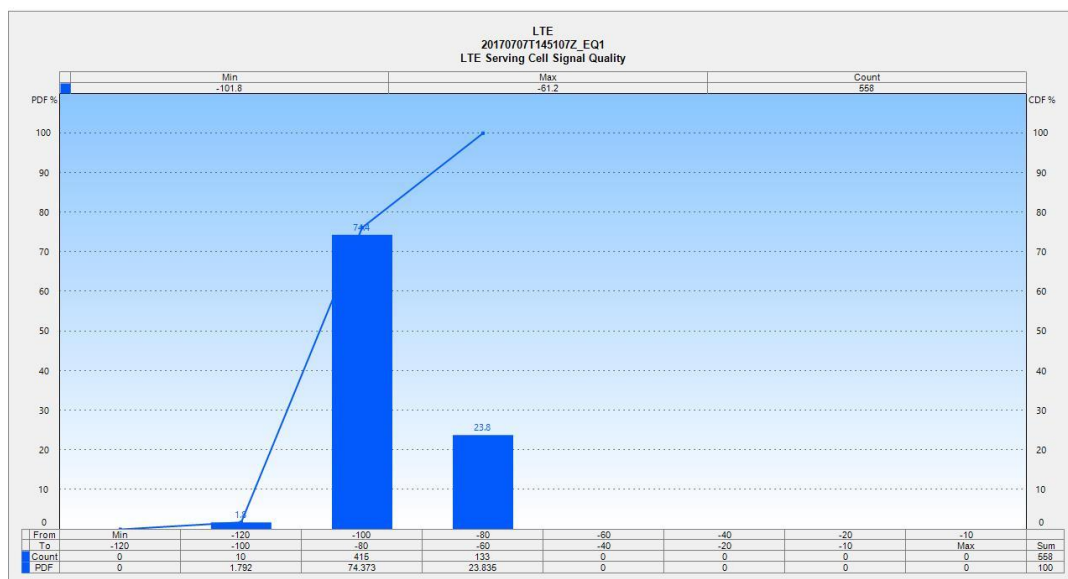
Pada analisis data hasil *drivetest* tanggal 7 Juli 2017 dilakukan pada jam 21.00 WIB dengan menggunakan parameter-parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Signal to Interference and Noise Ratio* (SINR), *Throughput* yang di tampilkan dalam bentuk *Map View* dan Grafik. Berikut hasil data *drivetest* dan analisis dari setiap parameter parameter yang ditentukan:

- **Data RSRP**



Gambar 4.21 Hasil RSRP dalam bentuk Map Tanggal 7 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.22 Hasil RSRP dalam bentuk Grafik Tanggal 7 Juli 2017

Sumber : Hasil Penelitian

Pada grafik di atas menunjukkan nilai RSRP jaringan LTE Telkomsel pada tanggal 7 Juli 2017 di Wilayah Kabupaten Ponorogo. Grafik tersebut menunjukkan nilai dari RSRP banyak terdapat diantara -120 dBm hingga -80 dBm. Adapun nilai RSRP terendah sebesar -101,8 dBm dan nilai RSRP tertinggi sebesar -61,2 dBm.

Nilai RSRP jaringan LTE Telkomsel pada tanggal 7 Juli 2017 di Wilayah Kabupaten Ponorogo dapat disimpulkan bagus. Pada Gambar 4.21 menunjukkan RSRP yang bernilai

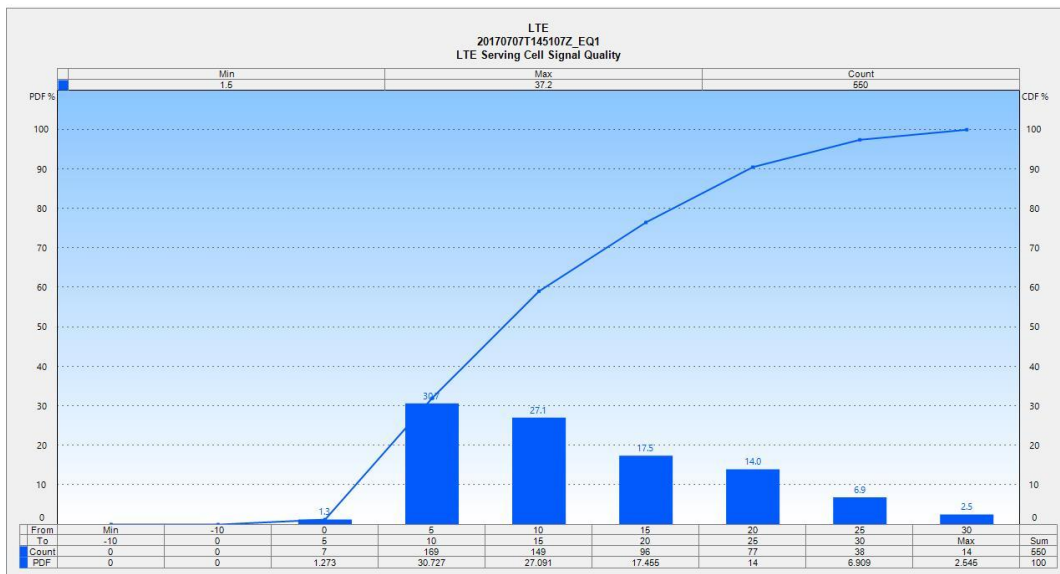
lebih dari -80 dBm sebesar 23,835%. Sedangkan yang bernilai antara -100 dBm sampai -80 dBm sebesar 74,373%. Untuk nilai diantara -120 dBm sampai -100 dBm sebesar 1,792%.

- **Data SINR**



Gambar 4.23 Hasil SINR dalam bentuk Map Tanggal 7 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.24 Hasil SINR dalam bentuk Grafik Tanggal 7 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian

Dapat dilihat dari Gambar 4.23 dan Gambar 4.24, nilai SINR pada tanggal 7 Juli 2017 di wilayah Kabupaten Ponorogo nilai maksimal 37,2 dB dan untuk nilai minimal 1,6 dB. Sedangkan untuk rata-rata bernilai 5 dB sampai 15 dB dengan persentase 57,82. Untuk nilai SINR yang berada di nilai 15 dB sampai 20 dB ada 17,45% dan hanya ada 23,46% yang bernilai di atas 20 dB. Padahal untuk standar KPI pada nilai SINR yang maksimal hanya

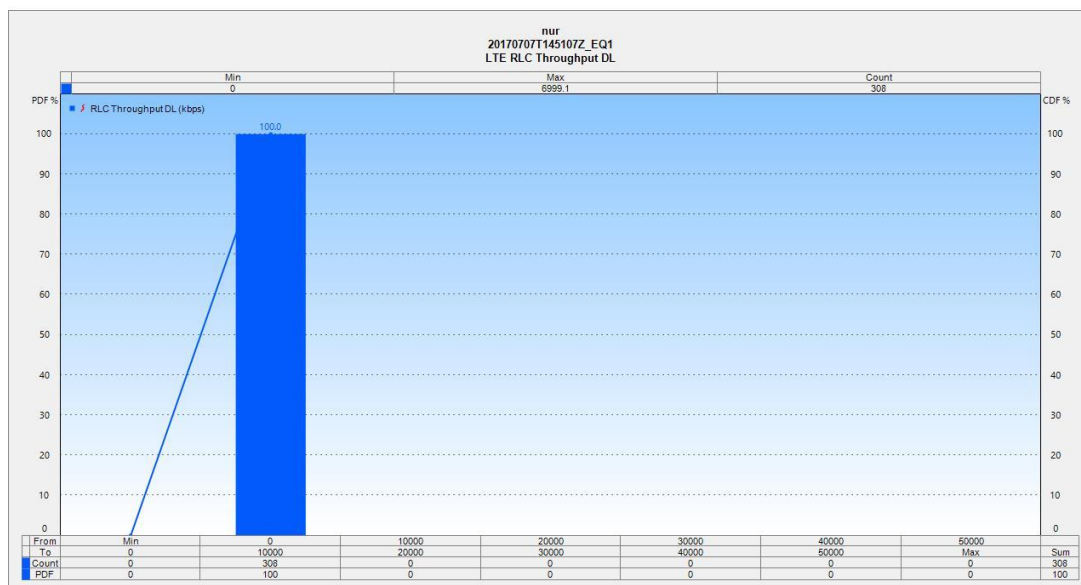
berada diatas 20 dB. Hal itu nantinya akan mempengaruhi jaringan 4G LTE khususnya dalam kecepatan ketika sedang *downlink*.

- **Data Throughput**



Gambar 4.25 Hasil *Throughput* dalam bentuk Map Tanggal 7 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.26 Hasil *Throughput* dalam bentuk Grafik Tanggal 7 Juli 2017

Sumber: Hasil Penelitian

Pada *map view* dan grafik Gambar 4.25 dan Gambar 4.26, nilai *throughput* pada tanggal 7 Juli 2017 di wilayah Kabupaten Ponorogo menunjukkan nilai maksimal 6999,1 Kbps dan nilai minimal 0 Kbps. Bahkan untuk nilai rata-rata antara 0 Kbps sampai 10000 Kbps dengan persentase 100%. Padahal untuk standar KPI pada nilai *throughput* yang baik berada diatas

15.000 Kbps. Hal itu nantinya akan mempengaruhi jaringan 4G LTE khususnya dalam kecepatan ketika sedang *downlink* dan *uplink*.

4.6 Perhitungan Coverage Area

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

4.6.1 Link Budget dan Path Loss

Perhitungan *link budget* dan *path loss* dilakukan dengan dua arah yaitu arah *uplink* dan *downlink* untuk melihat kelayakan dari sebuah sistem. Namun pada perhitungan ini dilakukan pada arah *downlink* saja. Dimana arah *uplink* saat user terjadi *transmitter* dan eNodeB menjadi *receiver*. Sedangkan arah *downlink* sebaliknya user menjadi *receiver* dan eNodeB menjadi *transceiver*.

Tabel 4.3 Downlink 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	<i>Control channel overhead</i> (dB)	20,0
<i>Path loss</i>		145,4

Sumber : Holma Harry & A. Toskala, 2009

Tabel 4.4 *Keterangan Downlink link budget*

Parameter		Nilai parameter
<i>Transceiver – eNodeB</i>		
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
<i>Receiver – User</i>		
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) $\times T$ (290K) $\times$ 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 besarnya interference margin $10 \cdot \log_{10}(1 + 10^4/10) = 5,5$ Db	4,0
k	<i>Control channel overhead</i> (dB)	-20,0
<i>Path loss</i> = d – i – j + l		145,5

Sumber : Holma Harry & A. Toskala, 2009

4.6.2 Menghitung Cell Radius

Pengukuran dilakukan pada jaringan 4G 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 Kabupaten Ponorogo 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,

$$145,5 = 46,3 + 33,9 \log(1800) + 13,82 \log(30) - 0,042979 \\ + [44,9 - 66,5 \log(30)] \log(r) + 3$$

$$145,5 = 46,3 + 110,3537 + 20,4138 - 0,042979 + [44,9 - 6,55 \log(30)] \log(r) + 3$$

$$145,5 = 46,3 + 110,3537 - 20,4138 - 0,42979 + [35,2248] \log(r) + 3$$

$$145,5 = 138,8101 + [35,2248] \log(r)$$

$$[35,2248] \log(r) = 6,6899$$

$$\log(r) = \frac{6,6899}{35,2248}$$

$$\log(r) = 0,189920$$

$$r = 1,54 \text{ km}$$

Setelah perhitungan diatas maka didapatkan radius sel sebesar 1,54 km. Karenanya dalam teorinya menunjukkan semakin besar frekuensi yang digunakan, semakin kecil luas sel. Salin itu pula semakin besar bandwidth yang digunakan, luas sel semakin kecil. Hal tersebut thermal noise dipengaruhi oleh besar *bandwidth* yang digunakan.

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.

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

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

$$coverage \text{ area} = 6,16159 km^2$$

Jadi, luas pelayanan yang dapat dilayani oleh sebuah eNodeB adalah 6,16159 km². Karenanya dalam teorinya menunjukkan semakin besar frekuensi yang digunakan yaitu 1800 MHz, semakin besar pula jumlah eNodeB yang diperlukan. Jumlah eNodeB yang diperlukan untuk membangun LTE pada area *drivetest* Kabupaten Ponorogo dipengaruhi

oleh besarnya *bandwidth* yang digunakan yaitu 9 MHz. Semakin besar bandwidth yang digunakan, semakin sedikit jumlah eNodeB yang dibutuhkan.