

**ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) DAN PARAMETER
PADA DRIVETEST JARINGAN LTE
DI PT TELEKOMUNIKASI SELULAR (TELKOMSEL)
REGIONAL JAWA TENGAH DAN DIY**

NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

SURYA KRESNA KUSUMA ARIF

5151011059

**PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN ELEKTRO
UNIVERSITAS TEKNOLOGI YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2019**

**HALAMAN PENGESAHAN
NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Judul Tugas Akhir:

**ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) DAN PARAMETER
PADA DRIVETEST JARINGAN LTE
DI PT TELEKOMUNIKASI SELULAR (TELKOMSEL)
REGIONAL JAWA TENGAH DAN DIY**

Judul Naskah Publikasi:

**ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) DAN PARAMETER
PADA DRIVETEST JARINGAN LTE
DI PT TELEKOMUNIKASI SELULAR (TELKOMSEL)
REGIONAL JAWA TENGAH DAN DIY**

Disusun oleh:

SURYA KRESNA KUSUMA ARIF
5151011059

Mengetahui

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Ari Sugiharto, S.si., M.Eng	Pembimbing		

Naskah Publikasi Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Sistem Komputer

Yogyakarta,2019
Ketua Program Studi Sistem Komputer
Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro Universitas Teknologi Yogyakarta

Ikrima Alfi, S.T., M.Eng.
NIK 110909046

PERNYATAAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, Saya:

Nama : Surya Kresna Kusuma Arif
NIM : 5151011059
Program Studi : Sistem Komputer
Fakultas : Teknologi Informasi dan Elektro

“ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) DAN PARAMETER PADA DRIVETEST JARINGAN 4G LTE DI PT TELEKOMUNIKASI SELULAR (TELKOMSEL) REGIONAL JAWA TENGAH DAN DIY”

Menyatakan bahwa Naskah Publikasi ini hanya akan dipublikasikan di JURNAL FTIE UTY dan tidak akan dipublikasikan di jurnal lain.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 24 Juni 2019

Penulis

Surya Kresna Kusuma Arif

5151011059

ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) DAN PARAMETER PADA DRIVETEST JARINGAN LTE DI PT TELEKOMUNIKASI SELULER (TELKOMSEL) REGIONAL JAWA TENGAH DAN DIY

Surya Kresna Kusuma Arif, Ari Sugiharto

Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik Informatika dan Elektro

Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta

E-mail : suryakka97@gmail.com, ari.sugiharto@uty.ac.id

ABSTRAK

Drive Test adalah pengukuran yang dilakukan untuk mengamati dan melakukan optimasi agar dihasilkan kriteria performansi dan mengetahui Quality of Service jaringan. Yang diamati biasanya kuat daya pancar dan daya terima, tingkat kegagalan akses (originating dan terminating), tingkat panggilan yang gagal (drop call) serta FER. Pada Penelitian ini Genex Probe digunakan untuk Drive Test di luar ruangan (outdoor) menggunakan GPS (Global Positioning System) sebagai alat navigasi dan plotting parameter pada rute Drive Test yang dilalui. Parameter-parameter yang diamati, di antaranya RSRP, RSRQ, SINR. Di samping itu juga penggunaan handphone dan GPS (Global Positioning Satellite) yang digunakan akan membantu menentukan letak dan koordinat posisi MS atau handphone yang digunakan pada saat bergerak. Drive Test merupakan salah satu cara untuk mendapatkan informasi mengenai daerah mana saja yang mengalami permasalahan tersebut. Informasi yang didapatkan ditampilkan secara online yang didapat dari software Genex Probe. Untuk menghasilkan data Drive Test ideal terlebih dahulu harus menentukan apakah hasil DT di dalam nilai bisa di terima atau tidak. Sebenarnya hasil dari Drive Test dapat diterima nilainya, apa bila langkah-langkah dalam pengambilan nilai dilakukan dengan cara yang tepat.

Kata Kunci : Drive Test, Genex Probe, proses Drive Test, Parameter DriveTest

I. PENDAHULUAN

Teknologi semakin lama semakin berkembang dan maju seiring berjalannya waktu. Kebutuhan akan dunia internet pun semakin meningkat. Sekarang ini internet sudah tidak hanya menjadi media untuk mencari informasi melainkan dapat menjadi media penyimpanan online, media komunikasi jarak jauh, perantara media sosial, perantara bisnis, dan masih banyak lagi tapi semua itu tidak dapat terwujud jika tidak adanya akses untuk membuka internet.

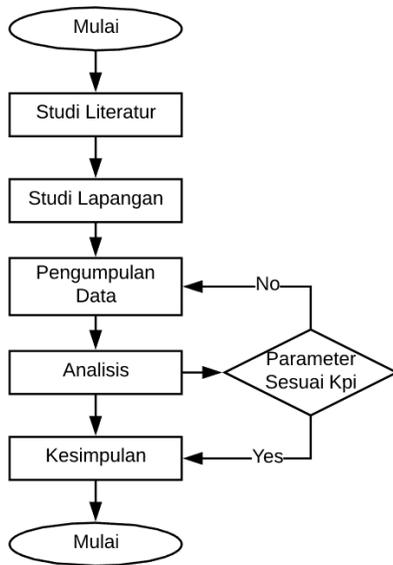
Di Indonesia sekarang ini telah berkembang *mobile technology*. Kecepatan akses untuk membuka internet pun semakin dibutuhkan dalam sehari-hari. Bayangkan beberapa tahun kebelakang ketika kita membuka internet tetapi kecepatan akses lama atau bahkan *lost connection*. Kebanyakan dari pengguna hanya mengerti cara menggunakannya saja, tanpa mengerti bagaimana cara pihak penyedia layanan memberikan layanan yang terbaik untuk pengguna.

Perusahaan terus melakukan perkembangan dan *maintenance* secara berkala. Salah satunya adalah dengan melakukan benchmark untuk mengetahui apa teknologi yang dipakai sudah bagus atau belum, dengan *DriveTest* juga perusahaan dapat mengetahui dimana lokasi yang memiliki kecepatan akses yang rendah dan dimana lokasi yang terdapat kerusakan pada jaringan. (Pawitra, 1994) *DriveTest* merupakan kiat untuk mengetahui tentang bagaimana dan mengapa suatu perusahaan yang memimpin dalam suatu industri dapat melaksanakan tugastugasnya secara lebih baik dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini mendorong penulis untuk ingin mengetahui bagaimana cara perusahaan melakukan *DriveTest* pada divisi *cellular business* pada teknologi tersebut dengan melakukan Penelitian di PT. Telekomunikasi Seluler (TELKOMSEL)

II. METODELOGI PENELITIAN

Adapun tahapan proses simulasi untuk Beberapa tahap yang dilakukan dalam pembuatan alat pemantau dan pengontrol kecepatan laju kendaraan

ini digambarkan dalam flowchart penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Flowchart Penelitian

2.1 Studi Literatur

Studi literatur mencari referensi yang relevan mengenai studi kasus yang dibahas referensi berasal dari jurnal, buku, artikel, penelitian yang berkaitan dengan tujuan untuk memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan pemecahan masalah.

2.2 Studi Lapangan

Studi lapangan untuk meninjau langsung proses keseluruhan yang terjadi dilapangan untuk memperkuat pemahaman pada kasus yang dipecahkan.

Beberapa metode yang digunakan dalam pengambilan data :

1) Wawancara

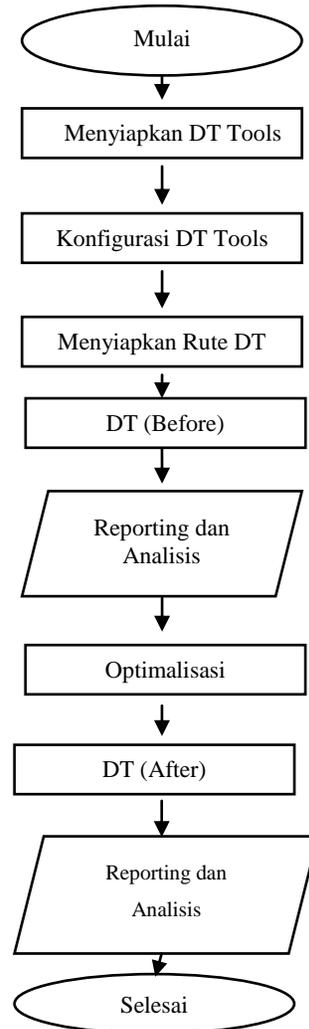
Wawancara berkaitan tentang proses dilapangan mengenai proses dari kasus yang dibahas dan permasalahan yang terjadi dilapangan pada proses wawancara yang menjadi narasumber adalah pembimbing di Telkomsel dan Engineer yang bekerja dilapangan.

2) Observasi

Observasi mengenai masalah secara langsung pada BTS dilapangan, proses DriveTest dilakukan dengan cara mobilisasi ke area sektor yang akan di DriveTest.

3) Metode Studi Pustaka

Studi pustaka adalah melakukan studi pustaka terhadap data maupun buku-buku yang disediakan sesuai dengan studi kasus mengenai proses dari DriveTest



Gambar 2 Flowchart DriveTest

1) Menyiapkan DT Tools

Dalam proses DriveTest perlu mempersiapkan alat/tools yang diperlukan dalam menunjang proses pengambilan data di lapangan dan DriveTest

2) Konfigurasi DT Tools

Setelah semua Tools siap, langkah selanjutnya adalah mengkonfigurasi Tools tersebut agar sesuai dengan benar dan tepat dalam pengambilan data di lapangan dan DriveTest

3) Menyiapkan rute DT

Dalam proses DriveTest, rute perjalanan dan pengambilan data sudah disiapkan dan ditetapkan oleh RF(Radio Frequence). RF sendiri adalah salah satu divisi yang bertugas dalam monitoring, planning dan konfigurasi Frekuensi dalam BTS. Dan salah satu tugas RF yaitu menyiapkan rute DT yang akan digunakan oleh team DT.

4) DriveTest (Before)

DriveTest itu sendiri terdiri dari beberapa proses, pengambilan data Site Info, KPI, UDP dan SpeedTest

5) Reporting dan Analisis

Setelah DT selesai dilakukan, hasil dari DT dapat berupa logfile atau data mentah yang akan dijadikan oleh Tim Reporting untuk dianalisis, setelah itu dilakukan Reporting atau laporan agar dapat ditindak lanjuti.

6) Optimalisasi

Optimalisasi adalah proses setelah DT selesai dan dianalisis kendala dan permasalahannya, dan sudah ditemukan solusinya. Optimalisasi tersebut dapat berupa Tilting. Tilting itu sendiri berupa Mechanical Tilting, Electrical Tilting, dan azimuth re-azimuth

7) DriveTest (After)

Setelah dilakukan optimalisasi, dilakukan DT sekali lagi untuk memastikan hasil dari Optimalisasi sudah sesuai dengan KPI dan permasalahan sudah teratasi.

8) Reporting dan Analisis

Setelah DT after selesai dilakukan, hasil dari DT dapat berupa logfile atau data mentah yang akan dijadikan oleh Tim Reporting untuk dianalisis, setelah itu dilakukan Reporting atau laporan agar dapat ditindak lanjuti.

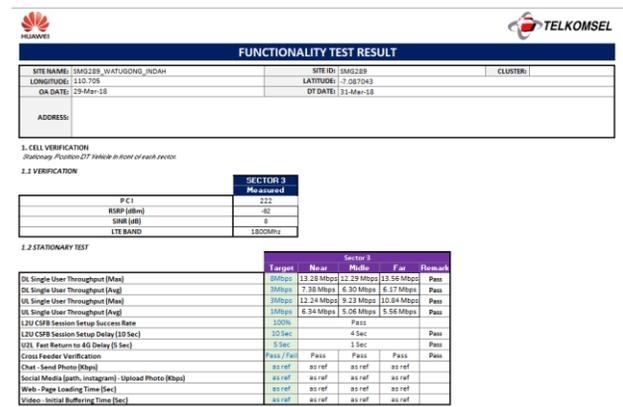
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Drivetest Before Optimalisasi

Proses *Drivetest* pertama kali dilakukan untuk mengetahui kondisi dan performa jaringan yang ada dilapangan. Dalam kasus ini proses Drivetest dilakukan di area sector 3 dimana lokasi VIP Complaint berada di area serving Sector 3 dari site BTS SMG289 Watugong Indah.

Dengan cara mobilisasi sesuai rute yang telah ditetapkan RF (*Radio Frequence*), proses pengambilan data jaringan dilakukan menggunakan 2 *Device*. Device pertama menggunakan mode Static dan kedua menggunakan mode Idle. Mode Static digunakan untuk membuat device agar dilock atau dikunci di frekuensi tertentu, dalam kasus ini frekuensi yang digunakan sector 3 adalah frekuensi L1800. Sedangkan Mode Idle dibiarkan bebas memilih frekuensi secara otomatis. Kedua device ini digunakan untuk mencari tahu kondisi asli di lapangan secara *real* apakah device yang dilokasi benar benar di *servng* oleh Site SMG289 Watugong Indah.

Setelah data berhasil *direcord*, maka dilakukan reporting, dan hasilnya adalah sebagai berikut :



Gambar 3 Hasil Functionality Test

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa rata-rata RSRP dilokasi sebesar -82 dBm, nilai tersebut berada di status Medium sesuai dengan KPI (*Key Parameter Indicator*) dan untuk SINR berada di angka 8 dengan status Medium. Dengan kedua RSRP dan SINR di status Medium, dapat disimpulkan bahwa kondisi jaringan di area tersebut kurang optimal, karena untuk mendapatkan performa dan kualitas sinyal yang bagus paling tidak status jaringan berada di level Good atau Excelent sesuai dengan KPI.



Gambar 4 RSRP, SINR PCI

Penjelasan dari Gambar 4 adalah gambar tersebut merupakan *record* atau pengambilan data dari awal *start* melakukan drivetest sampai akhir dari rute drivetest yang telah ditentukan. Data tersebut ada 3 bagian, dari bagian kiri adalah *record* dari RSRP (*Reference Signal Received Power*), gambar tersebut terdapat angka angka di masing masing rute yang menggambarkan hasil dari parameter RSRP yang diukur di masing-masing titik tersebut. Yang dalam KPI (*Key performance Indicator*) acuan bahwa parameter RSRP dapat dikatakan dalam kondisi baik atau optimal, itu berada di angka -95 sampai - 80, yang dalam KPI disebutkan kondisinya bagus/*good* dan warna parameternya adalah hijau. Dan atau -80 sampai 0, yang dalam KPI kondisinya adalah sangat baik/*excellent* dan warna parameternya adalah biru.

Pada bagian tengah, terdapat *record* dari SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*), yang dapat dikatakan bagus apabila warna parameternya Hijau atau berada di angka 10 - 20, atau sangat bagus apabila warna parameternya biru atau di angka 20 - 30.

Pada bagian kanan, terdapat *record* dari PCI (*Physical Cell Index*) merupakan cara untuk mengidentifikasi pada fisik cell dalam jaringan LTE. Setiap cell melakukan broadcast penandaan identifikasi berupa PCI yang digunakan oleh perangkat untuk mengidentifikasi cell (melibatkan frekuensi dan waktu) dalam prosedur handover. Untuk PCI tidak ada KPI yang berlaku, karena setiap cell itu hanya mampu melakukan broadcast yang terbatas, dan apabila penyebaran PCI merata, dapat terbilang bagus dan optimal. Akan tetapi ada suatu cell yang terjadi *overload* atau kelebihan muatan itu dapat mengganggu kinerja jaringan tersebut.

Berdasarkan hasil Gambar 4.12 Didapatkan hasil DT BEFORE

Tabel 1 DriveTest Before

Sector 3	Result	Average	Status (KPI)
RSRP	-92.2 (dBm)	82.1 (dBm)	GOOD
SINR	5.2 (dB)	8 (dB)	MEDIUM
PCI	221	222	

Dari data diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil dari DriveTest yang dilakukan, pada site/lokasi titik *Complaint*, koneksinya lebih jelek dibanding dengan area lainnya, untuk itu Tim *DriveTest* dibantu dengan arahan dari RF (*Radio Frequence*) Langsung melakukan Optimalisasi pada Sector 3, yaitu sector yang sedang *Serving* titik *complaint* tersebut.

3.2 Optimalisasi

Optimalisasi dilakukan untuk memaksimalkan jangkauan 4G secara efektif dan efisien dari sisi penyedia (*provider*). Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam melakukan optimalisasi, yaitu

3.2.1 Site Info

Site info berisi tentang informasi site baik itu BTS, tower, antenna, lokasi dll.

Tabel 2 Site Info

1	Site ID	SMG289 Watugong Indah
2	Alamat	Perumahan Villa Real Residence, Blok A No. 3, Kec. Banyumanik, Kel. Puduk Payung
3	Long/Lat (VIP)	110.41533 , -7.087043
4	Long/Lat (Tower)	110.4156 , -7.08874
5	Azimuth	Sec1: 70 Sec2 :180 Sec3 : 0
6	Mechanical Tilting	Sec1 : 5 Sec2 : 1 Sec3 : 3 - 4 (Optimalisasi)
7	Electrical Tilting	Sec1 : 4 Sec2 : 2 Sec3 : 3 - 4 (Optimalisasi)
8	Tinggi Tower & Antena	36 M & 35 M
9	Tipe Antena	hbxx 6516ds -vtm

3.2.2 Analisis Coverage

Coverage adalah area cakupan sinyal yang dipancarkan dari BTS melalui antenna agar dapat diterima pengguna. Semakin jauh pengguna dengan sumber pemancar, semakin sedikit sinyal yang diterima pengguna. Lalu semakin luas area cakupan sinyal, maka akan semakin luas dan banyak pengguna yang dapat menerima sinyal.

Untuk mengetahui coverage dari jaringan, dapat menggunakan aplikasi Google Earth dan aplikasi Gnet-Tilt dari GyokovSollutions. Berdasarkan kriteria dan spesifikasi dari site SMG289 Watugong Indah pada Tabel 2.3 dapat disimulasikan bahwa coverage dari masing masing sector sebagai berikut :



Gambar 5 Coverage BTS

Berdasarkan Gambar 5 Sector 1 menghadap ke timur, sector 2 menghadap ke selatan tepatnya kearah Ungaran Barat, sedangkan sector 3 ke arah utara atau kearah Semarang Kota.

Dari masing masing sector, dapat dilihat bahwa sector 3 are coveragenya terlalu melebar, bahkan area coverage tersebut sampai meluas ke bibir pantai bagian utara kota Semarang, yang secara umum area tersebut sudah pasti akan mendapat serving dari site lain yang lebih dekat ke area tersebut. Hal ini terjadi karena Tilting antenna dari sector 3 berada di angka 3, atau dapat disimpulkan bahwa posisi arah antenna dari sector 3 terlalu tinggi.

3.2.3 Analisis Drivetest

Analisis dari hasil Drivetest yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 9)
 - a) Sector 3 Level Tilting Kurang Bagus
 - b) SpeedTest Kecil
 - c) Internet Lemot

Penyebab dari menurunnya kualitas jaringan di atas adalah level tilting Sector 3 yang berada di level 3 (arah antenna terlalu tinggi) yang menyebabkan area coverage terlalu melebar sehingga area serving tidak optimal. Untuk itu perlu dilakukan Tilting ulang.

3.2.4 Tilting

Dalam Site ini karena area serving dari tower ke area *Complaint* berada di Sector 3. Jadi yang di Optimalisasi adalah Sector 3. Setelah dilakukan pengamatan, coverage di Sector 3 sebagai berikut



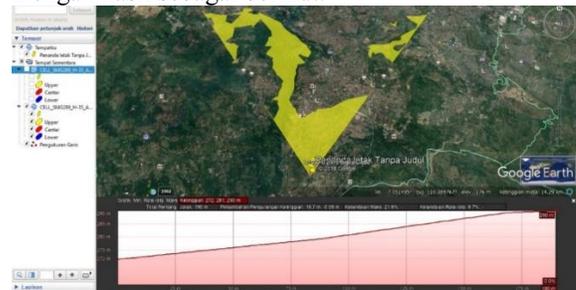
Gambar 6 Coverage Sector 3(Tilt 3)



Gamb

ar 5. 1 Antena Sector 3 Before Tilting

Pada Gambar 5.1 menggunakan azimuth : 0 , E Tilt 3 , M Tilt 3. Dan bisa dilihat dari hasil Gambar 5.1 bahwa coverage dengan Tilting 3, area coveragenya terlalu melebar dan luas. Untuk itu dilakukan Optimalisasi dengan Melakukan Tilting dari 3 ke 4. Dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 7 Coverage Sector 3 (Tilt 4)



Gambar 8 Antena Sector 3 After Tilting

Pada hasil di Gambar 4.2 terlihat bahwa coverage tidak terlalu melebar, dan lebih fokus ke area VIP Complaint. Dengan begitu Sinyal secara terpusat ke VIP Complaint lebih banyak, dan tidak melebar kemana mana, sehingga kualitas jaringan yang diterima VIP Complaint juga lebih baik performansinya.

3.3 DriveTest After Optimalisasi

Setelah melakukan Optimalisasi, dilakukan Drivetest ulang dengan rute yang sama untuk memastikan bahwa proses Optimalisasi mendapatkan hasil yang sesuai dengan KPI yang diinginkan.



Gambar 9 Hasil DT after

Pada bagian kiri Gambar 5.6 adalah *record* dari RSRP (*Reference Signal Received Power*), gambar tersebut terdapat angka angka di masing masing rute

yang menggambarkan hasil dari parameter RSRP yang diukur di masing-masing titik tersebut. Yang dalam KPI (*Key performance Indicator*) acuan bahwa parameter RSRP dapat dikatakan dalam kondisi baik atau optimal, itu berada di angka -95 sampai -80, yang dalam KPI disebutkan kondisinya bagus/good dan warna parameternya adalah hijau. Dan atau -80 sampai 0, yang dalam KPI kondisinya adalah sangat baik/excellent dan warna parameternya adalah biru.

Pada bagian tengah, terdapat *record* dari SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*), yang dapat dikatakan bagus apabila warna parameternya Hijau atau berada di angka 10 - 20, atau sangat bagus apabila warna parameternya biru atau di angka 20 - 30.

Pada bagian kanan, terdapat *record* dari PCI (*Physical Cell Index*). Untuk PCI tidak ada KPI yang berlaku, karena setiap cell itu hanya mampu melakukan broadcast yang terbatas, dan apabila penyebaran PCI merata, dapat dibidang bagus dan optimal. Akan tetapi ada suatu cell yang terjadi *overload* atau kelebihan muatan itu dapat mengganggu kinerja jaringan tersebut.

Berdasarkan hasil Gambar 4.3 Didapatkan hasil DT AFTER

Tabel 3 Drivetest After

Sector 3	Result	Average	Status (KPI)
RSRP	88 (dBm)	81.2 (dBm)	GOOD
SINR	6.1 (dB)	9 (dB)	MEDIUM
PCI	221	222	

Dari data diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil dari DriveTest After yang dilakukan setelah dilakukan Optimalisasi mendapat hasil yang lebih baik dari Drivetest Before baik RSRP maupun SINR.

3.4 SpeedTest

Speedtest adalah aplikasi yang berfungsi untuk mengukur kecepatan koneksi internet kita. SpeedTest dilakukan untuk menguji sejauh mana kecepatan koneksi kita baik Download speed maupun Upload speed, Speedtest juga dapat mengetahui PING, Pocket loss dll.

Dalam kasus ini penulis menggunakan aplikasi Speedtest by Ookla dan aplikasi GnetTrack



Gambar 10 Speedtest DT before

Pada Gambar 5.3.1 hasil Speedtest sebelum dilakukan Optimalisasi, DL : 12.7 Mbps dan UL : 13.1 Mbps dengan ping 37 ms.



Gambar 5. 2 Speedtest DT After

Pada Gambar 5.3.2 hasil Speedtest setelah dilakukan Optimalisasi, DL 27.9 Mbps dan UL : 25.4 Mbps dengan ping 37 ms. Hasil tersebut sudah cukup baik mengingat lokasi VIP Complaint adalah pemukiman padat penduduk dengan lokasi yang banyak terdapat Gedung tinggi.

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dalam Analisis QoS dan Parameter pada Drive Test jaringan LTE di PT Telkomsel Reg Jateng DIY, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hal yang dilakukan guna meningkatkan kualitas sinyal adalah mencari tahu penyebab dari permasalahan kualitas sinyal dengan cara melakukan DriveTest. Hasil dari DriveTest digunakan oleh Tim Optimalisasi untuk memperbaiki kualitas dengan cara Tilting antena, Azimuth dan Re-azimuth.

2. Dari penelitian ini, site yang telah dilakukan DriveTest, telah terjadi Bad Coverage dan Low Quality, dikarenakan tilting dengan nilai rendah, yaitu berada di angka 3. Dan itu menyebabkan area serving terlalu melebar dan tidak terfokus pada suatu area. Sehingga dilakukan Optimalisasi dengan menambah tilting ke angka 4 agar area coverage mengecil. Sedangkan untuk Bad Parameter tidak ditemukan dalam penelitian ini, dari hasil Drivetest juga dapat

dilihat bahwa parameter menjadi lebih baik setelah dilakukan Optimalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sari Mahanani, G. (2016). Analisis dan Pengujian di jaringan 3G dan 4G dalam layanan Quality of Service (QoS). *Teknik Informatika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.*
- [2] Nur Wahyu Ari S. (2017). Optimasi layanan data pada jaringan LTE dengan Genex Assistant di Delanggu Klaten. *Teknik Informatika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Surakarta. Surakarta.*
- [3] Al-Kautsar, F. (2014). Optimasi Pelayanan Jaringan Berdasarkan Drive Test. *Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok.*
- [4] Fasial, M., Amin Bakri ,M. dan Firasanti A. (2018). Optimasi Kinerja Jaringan Seluler Melalui Pemasangan Repeater Pada Area Indoor Dengan Metode Drive Test. *Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi. Bekasi*
- [5] Putri, H. (2017). Evaluasi Performansi Jaringan UMTS di Kota Semarang menggunakan Metode Drive Test.