

# PENGUJIAN PENGGUNAAN TEKNOLOGI 4G LTE INDOOR PADA APARTEMEN XYZ DENGAN METODE MECHANICAL TILT

Andika Angga Prakoso<sup>[1]</sup>, Junaidi<sup>[2]</sup>,

Program Studi Informatika, Universitas Krisnadwipayana  
Jl. Kampus Unkris, Jatiwaringin, Pondok Gede, Jakarta Timur  
E-mail : andikaanggaprakoso29@gmail.com, junaidi.mn@gmail.com

## Abstract

*In the current generation of the fourth communication technology system that is named Long Term Evolution technology (LTE). LTE is a communication technology with data transmission capability. In a telecommunications network not only enough with good planning in the design, although all efforts have been done still there is still a problem which is very influential on the quality of service. To maintain the quality of the network implementation of monitoring and data collection. From the results of this study there are changes in sector 3 on the BTS around the building, and there are suggestions for using electrical tilt on the antenna which is still mechanical tilt.*

**Keywords** – Telecommunication, BTS, 4G LTE

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini telekomunikasi menjadi bagian yang tidak terisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir jutaan perangkat di dunia terhubung dengan internet atau transfer data dengan perangkat yang berbeda tempat. Berbekal pada keinginan konsumen untuk mendapatkan pelayanan komunikasi yang cepat, tepat dan efisien untuk menunjang kegiatan sehari-hari, maka lahir dan berkembanglah berbagai teknologi selular di dunia, seperti AMPS, TACS (generasi pertama), GSM/GPRS/EDGE/CDMA (generasi kedua) dan WCDMA (generasi ketiga). Saat ini telah lahir generasi keempat teknologi system komunikasi bergerak yang diberi nama teknologi Long Term Evolution (LTE).

LTE merupakan teknologi komunikasi nirkabel terbaru dalam system telekomunikasi didunia saat ini dengan kemampuan pengiriman data mencapai kecepatan 300 Mbps untuk downlink dan 75 Mbps untuk uplink. Bandwidth LTE beroperasi pada 1,4 MHz hingga 20 MHz. LTE mulai dikembangkan oleh 3GPP sejak tahun 2004 dan menggunakan Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) yang mentransmisikan data melalui banyak operator spectrum radio, masing-masing sebesar 180 KHz. Oleh OFDM aliran data dibagi menjadi aliran lebih lambat yang ditransmisikan serentak. Disisi jenis layanan, pengguna layanan data terus mengalami peningkatan. Hal tersebut sebagai akibat dukungan selular, user equipment dan aplikasi yang ada serta kondisi demografi yang didominasi oleh usia produktif. Pertumbuhan penggunaan layanan data di Indonesia diprediksi akan mengalami pertumbuhan pada angka 20% - 25% petahun (Braithwaite, Chris and Scott, Mike). Di lain sisi, karakteristik pelanggan juga menyebutkan bahwa untuk voice service sebesar

69,7% berada di indoor dan 30,3% berada di outdoor, sedangkan untuk data service mencapai 90,0% berada di indoor dan hanya 10,0% berada di outdoor) (Huawei Technologies Co.LTD).

Banyaknya pengguna 4G LTE yang berada di indoor, sebagai penyedia jaringan, XL Axiata memberikan kualitas sinyal yang baik dan coverage yang luas untuk memuaskan para pelanggannya. Namun seringkali muncul adanya complain dari pengguna tentang adanya sinyal buruk pada area tertentu yang turut mempengaruhi kualitas data internet, seperti yang terjadi pada pengguna di dalam gedung Apartemen, pengguna yang berada didalam sana suka mengeluhkan tentang jaringan 4G LTE yang buruk. Hal ini menjadi masalah yang perlu di perhatikan oleh pihak provider dan dilakukan optimalisasi sinyal indoor coverage. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini membahas mengenai "Pengujian penggunaan teknologi 4G LTE indoor pada apartemen xyz dengan metode mechanical tilt".

## 2. LANDASAN TEORI DAN METODE

### A. Konsep Dasar Sistem Telekomunikasi

Menurut Solekan, ST (2009,3) Telekomunikasi adalah setiap pemancaran, pengiriman, dan atau penerimaan dari setiap informasi dalam bentuk tanda-tanda, isyarat, tulisan, gambar, suara, dan bunyi melalui sistem kawat, optik, radio atau sistem elektromagnetik lainnya (Undang-undang RI no.36 tahun 1999 tentang Telekomunikasi).

Sedangkan Sistem Telekomunikasi menurut Solekan, ST (2009, 4) adalah seluruh unsur atau elemen baik infrastruktur telekomunikasi, perangkat telekomunikasi, sarana dan prasarana telekomunikasi, maupun penyelenggara telekomunikasi, sehingga komunikasi jarak jauh

dapat dilakukan. Secara harfiah, telekomunikasi berasal dari kata tele yang berarti jauh dan komunikasi yang berarti hubungan dengan pertukaran informasi. Dari pengertian tersebut telekomunikasi dapat diartikan sebagai komunikasi yang dilakukan oleh dua orang atau lebih dalam jarak yang jauh atau tidak saling berdekatan. Telekomunikasi sudah menjadi kebutuhan pokok apalagi di zaman modern seperti sekarang, kebutuhan saling berhubungan satu dengan yang lainnya tanpa memperdulikan jarak antar keduanya.

Teknik telekomunikasi ini dikembangkan manusia untuk memangkas perbedaan jarak yang jauhnya bisa tak terbatas menjadi perbedaan waktu yang sekecil mungkin. Ada kemajuan timbal balik antara kemajuan telekomunikasi dan kemajuan manusia secara umum. Kemajuan manusia dalam bidang teknologi elektronika akan memicu perkembangan telekomunikasi. Sebaliknya, kemajuan dalam bidang telekomunikasi akan mempercepat proses tukar-menukar informasi secara langsung yang kemudian akan meningkatkan pola pikir manusia.

### **B. Jaringan**

Menurut Wahana Komputer (2010,2) yang dimaksud jaringan komputer adalah sistem yang terdiri dari komputer-komputer serta perangkat – perangkat yang saling terhubung sebagai satu kesatuan. Dengan dihubungkannya perangkat-perangkat tersebut kita dapat saling berbagi sumber daya antar satu perangkat dengan perangkat lainnya. Sedangkan dalam istilah komputer, jaringan merupakan penghubung antara dua komputer atau lebih yang tujuan utamanya adalah saling berbagi data.

### **C. Teknologi Selular**

Teknologi seluler berkembang sangat pesat, mulai dari generasi pertama (1G) sampai pada sekarang ini yang akan menginjak pada teknologi generasi keempat (4G). Teknologi seluler dapat dibedakan menjadi dua standar, yaitu standar 3GPP dan 3GPP2. Pada standar 3GPP, perkembangan teknologi dimulai dari AMPS yang bersifat analog. Pada perkembangannya ada perbedaan antara standarisasi 3GPP dengan 3GPP2. Termasuk dalam perkembangan 3GPP adalah teknologi GSM yang merupakan generasi kedua (2G) sampai dengan LTE yang merupakan generasi keempat (4G). sedangkan yang termasuk dalam perkembangan 3GPP2 adalah CDMA yang juga merupakan teknologi seluler generasi kedua (2G) sampai pada CDMA EVDO.

Sistem telekomunikasi seluler berkembang sangat cepat dan pesat mengikuti banyaknya kebutuhan manusia di era globalisasi seperti saat ini. Adapun perkembangan teknologi seluler dapat dirangkum sebagai berikut:

#### **1. Generasi pertama**

Pada generasi pertama ini teknologi seluler masih menggunakan analog sehingga kecepatannya pun

masih rendah dan hanya bisa untuk komunikasi melalui media suara. Contoh generasi pertama teknologi selular yaitu NMT (Nordic Mobile Telephone) dan AMPS (Analog Mobile Phone System).

#### **2. Generasi kedua**

Pada generasi kedua mulai menggunakan teknologi digital dengan kecepatan rendah sampai dengan menengah. Contoh dari generasi kedua teknologi telekomunikasi selular antara lain GSM dan CDMA2000 1xRTT.

#### **3. Generasi ketiga**

Pada generasi ketiga sudah menggunakan digital dengan kecepatan yang tinggi dan sudah bisa untuk sebuah broadband. Contoh dari generasi ketiga ini antara lain yaitu W-CDMA.

#### **4. Generasi keempat**

Pada generasi keempat menyediakan layanan berkelaitas tinggi dan kecepatan transfer data yang tinggi dibandingkan generasi sebelumnya. Jaringan ini ditujukan untuk memberikan kualitas penerimaan yang lebih baik, aliran transfer data lebih stabil, serta pertukaran informasi lebih cepat. Contoh dari generasi ke empat ini adalah 4G LTE.

### **D. Jaringan 4G LTE**

LTE (Long Term Evolution) adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah projek dari 3GPP (Third Generation Partnership Project).

LTE merupakan pengembangan dari teknologi UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) dan HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4.

Dalam memberikan kecepatan, jaringan LTE memiliki kemampuan transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi downlink dan 50 Mbps pada sisi uplink. Selain memiliki kecepatan transfer data, LTE juga dapat memberikan coverage dan kapasitas dari layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan multiple-antenna, fleksibel dalam penggunaan bandwidth operasinya dan juga dapat terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada. Bandwidth operasi pada LTE fleksibel yaitu up to 20 MHz, dan maksimal bekerja pada kisaran bandwidth bervariasi antara 1,4 – 20 MHz. LTE mempunyai radio akses dan core network yang dapat mengurangi network latency dan meningkatkan performansi sistem serta menyediakan interoperability dengan teknologi 3GPP yang sudah ada.

Radio Akses Network pada 3GPP atau disebut juga dengan Evolved UTRAN (E-UTRAN) Mulai didiskusikan pada RAN Evolution Workshop November 2004. Pada workshop tersebut diidentifikasi beberapa garis besar kebutuhan (high level requirement) dari LTE yaitu :

1. Mengurangi cost per bit
2. Meningkatkan pengadaan layanan (service provisioning)-semakin banyak layanan dengan cost yang kecil dan user experience yang lebih baik
3. Fleksibilitas untuk penggunaan pita frekuensi baru maupun yang sudah ada
4. Penyederhanaan arsitektur, Interface yang terbuka
5. Konsumsi daya pada terminal yang reasonable.

$$= \frac{(50-15)/\tan 5}{1000}$$

$$= 0,400 \text{ km (400m)}$$

$$\text{Inner radius coverage} = \frac{(H_b - H_r)}{\tan(A + \frac{BW}{2})}$$

$$= \frac{(50-15)}{\tan(5 + \frac{2}{2})}$$

$$= 0,333 \text{ km}$$

(333m)

### E. Arsitektur LTE

Dengan karakteristik yang dimiliki oleh jaringan 4G, maka teknologi seluler 4G dapat diterapkan untuk mendukung berbagai macam aplikasi, baik yang membutuhkan bandwidth rendah maupun tinggi seperti aplikasi multimedia, maupun aplikasi yang membutuhkan komunikasi realtime atau best effort

#### 1. Radio Access Network

Terdiri dari sebuah Base Station yang berbasis IP. Base Station tersebut berfungsi sebagai digital/Base Band Unit dan radio/RF Unit. Contoh komponen utama yang masuk kedalam Radio Access Network antara lain E- NodeB.

#### 2. Core Network

Sebuah Core Network terdiri dari Gateway dan signaling paket. Komponen utama dari Core Network antara lain : S-GW (Serving Gateway), P-GW (Packet Data Network Gateway), MME (Mobility Management Element), PCRF (Policy and Charging Rules Function).

#### 3. Komponen Lain

Dari BTS LTE\_BTS AXIA sektro 3 yang mempunyai 3 cell yaitu cell 470, cell 471, dan cell 472. Dari ketiga cell tersebut, hanya cell 472 yang mengcover lokasi gedung. Maka dar itu cell 472 akan dioptimalisasi agar area tersebut mendapat jaringan yang terbaik.

$$\text{Outer radius coverage} = \frac{(H_b - H_r)}{\tan(A - \frac{BW}{2})}$$

$$= \frac{(50-15)}{\tan(5 - \frac{2}{2})}$$

$$= 0,500 \text{ km (500m)}$$

Bedasarkan hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa cangkupan sinyal antenna cell 472 sektor 3 BTS\_LTE AXIA terluarnya/outer radius coverage adalah 500 m. sedangkan jarak antenna terhadap blindspot/lokasi keluhan hanya 150 m. Meskipun cangkupan terluar dapat mencapai area blindspot, namun hasil dari dilakukan walktest pada area tersebut kurang maksimal.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka jarak pancar antenna harus diperjauh agar sinyal yang dipancarkan ke blindspot / lokasi keluhan lebih maksimal. Maka dari itu dilakukan tilting antenna site LTE\_BTS AXIA sector 3 pada cell 472.

#### Penghitungan derajat Tilt

Karena jarak inner terlalu jauh maka di rubah derajat tilt, agar lantai 1 dan 2 mencangkup jaringan sinyal dari antenna, serta blindspot mendekati nilai dari mainbeam yaitu dengan perhitungan:

$$\text{Tilt} = \tan^{-1} \left( \frac{(H_b - H_r)}{\text{Jarak (m)} + \frac{BW}{2}} \right)$$

$$= \tan^{-1} \left( \frac{(50-15)}{300 + \frac{2}{2}} \right)$$

$$= 7,65^\circ \sim 7^\circ$$

Dari segi tilt telah ditentukan perubahan yaitu menjadi 7o .

Tabel 2.1 Data LTE-BTS AXIA

Nama site	Sektro r	Cell	Azimut h	Tilt
LTE_BT S AXIA	3	47 2	340	5 o

Data LTE\_BTS AXIA sector 3 sebelum dioptimalisasi :

- Tinggi antenna : 50 m (Hb)
- Jarak antenna ke blindspot : 150 m
- Altitude blindspot : 15 m (Hr)
- Tilt : 5o (A)
- Vertical beamwidth : 2o (BW)

Jangkauan antenna sector 3 yaitu :

$$\text{Jarak mainbeam} = \frac{(H_b - H_r) / \tan A}{1000}$$

## 3. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN JARINGAN

### A. Optimalisasi area complain

Data penghitungsn site LTE\_BTS AXIA sektor 3 cell 342 sebelum di optimalisasi menunjukkan bahwa area complain mendekati titik outer, maka dari itu untuk memaksimalkan jaringan di area tersebut penulis merubah derajat tilt antena cell dengan tujuan agar coverage area semakin luas dengan penghitungan sebagai berikut :

Site LTE\_BTS AXIA sektor 3 cell 342 setelah di optimalisasi :

- Tinggi antena : 50 m (Hb)
- Jarak antena ke blindspot : 150 m
- Altitude blindspot : 15 m (Hr)
- Tilt : 10o (A)
- Vertical Beamwidth : 2o (BW)

$$\begin{aligned} \text{Jarak mainbeam} &= \frac{(Hb-Hr)/\tan A}{1000} \\ &= \frac{(50-15)/\tan 5}{1000} \\ &= 0,285 \text{ km (285 m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inner radius coverage} &= \frac{(Hb-Hr)}{\tan(A+\frac{BW}{2})} \\ &= \frac{(50-15)}{\tan(5+\frac{2}{2})} \\ &= 0,249 \text{ km (249 m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Outer radius coverage} &= \frac{(Hb-Hr)}{\tan(A-\frac{BW}{2})} \\ &= \frac{(50-15)}{\tan(5-\frac{2}{2})} \\ &= 0,333 \text{ km (333 m)} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perancangan yang telah di buat dan melakukan penghitungan menggunakan derajat tilt yang baru yaitu menggunakan 7o, maka bisa di bandingkan hasil penghitungan sebelum dan sesudah dilakukannya optimalisasi.

Tabel 3.1 Penghitungan Sebelum dan Sesudah Optimalisasi

LTE_BTS ISAT Sektor 3 Cell 342	Sebelum di optimalisasi	Sesudah di optimalisasi
Tilt	5°	7°
Mainbeam	400 m	285 m
Inner	333 m	249 m
Outer	500 m	333 m

Dari tabel di atas, menunjukkan bahwa perubahan derajat pada tilt antena dari awalnya 5o menjadi 7o berpengaruh kepada jangkauan sinyal, dengan hasil mainbeam sebelum di optimalisasi berada pada 400m dari antena menjadi 285m, titik terdekat (Inner) dari 333m menjadi 249m, serta titik terjauh (Outer) jangkauan sinyal dari 500m menjadi 333m. Selain merendahkan jangkauan sinyanya perubahan ini juga sangat berpengaruh ke area complain karena jarak lokasi complain yang berada di 150m menjadi lebih mendekati mainbeam yang jaraknya 285m.

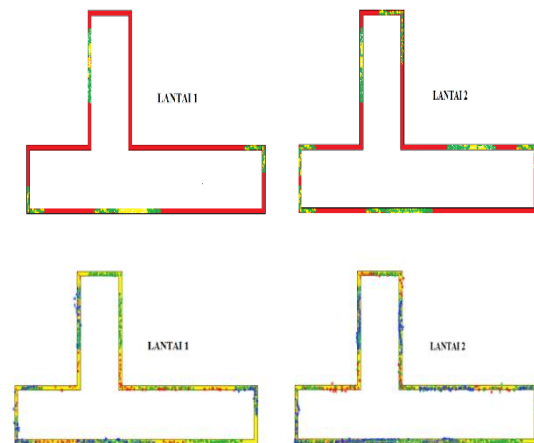
## B. Hasil Pengujian

Setelah mengimplementasikan rancangan yang sudah dibuat, Langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba pada perubahan tilt antena yang dilakukan untuk membuktikan apakah perubahan atau rancangan tersebut berjalan baik dan hasil kualitas sinyal dan throughput lebih baik dari sebelumnya.

Untuk membuktikannya, dilakukanlah walktest ulang pada lokasi untuk mengetahui nilai RSRP, RSRQ, SINR dan Throughput. Selanjutnya membandingkan hasil dari walktest yang dilakukan sebelum optimalisasi dan setelah di optimalisasi, untuk melihat apakah di area tersebut mengalami perubahan performa jaringan 4G LTE menjadi lebih baik.

### 1. Hasil Nilai RSRP

Berikut hasil perbandingan walktest RSRP sebelum dan sesudah di optimalisasi.



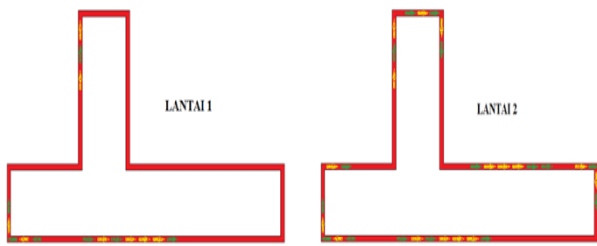
Gambar 4.2 RSRP setelah optimalisasi

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa, setelah adanya optimalisasi nilai RSRP pada area tersebut menunjukkan peningkatan yang lumayan bagus, lantai 1 sebelumnya menunjukkan 62,12% dari 45021 didominasi warna merah yang artinya sinyal berada di level poor, setelah ada optimalisasi, kondisi jaringan pada lantai 1 berubah menjadi, 11390 atau 25,30% pada level good (berwarna hijau), 16076 atau 35,71% pada level fair (berwarna kuning) dan sisanya masih ada 8324 berada pada level poor (berwarna merah) atau sekitar 18,49%.

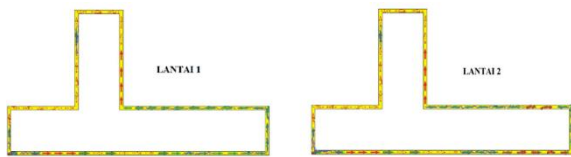
Pada lantai 2 yang sebelumnya didominasi dengan warna merah dengan nilai 25211 (56,00%), warna kuning dengan nilai 10354 (23,00%) serta sedikit warna hijau dengan nilai 9456 atau (21,00%), setelah dilakukan optimalisasi warna kuning lebih mendominasi dengan nilai 20430 (45,38%) itu menandakan bahwa sinyal berada pada level Fair, bahkan ada 9611 (21,35%) berwarna biru yang menandakan sinyal berada pada level excellent serta masih ada 12790 (28,41%) berwarna hijau. Untuk standar KPI XL Axiata berada pada level fair berwarna kuning dengan nilai < -95 dBm untuk nilai RSRP.

### 2. Nilai RSRQ

Berikut hasil perbandingan walktest RSRQ sebelum dan sesudah di optimalisasi.



Gambar 4.3 RSRQ sebelum optimalisasi



Gambar 4.4 RSRQ setelah optimalisasi

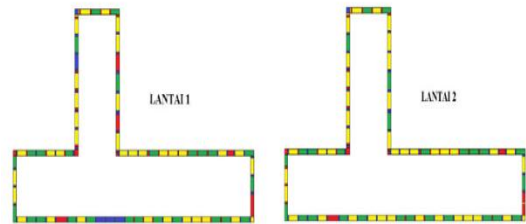
Dari gambar diatas, merupakan hasil dari proses optimalisasi RSRQ, pada lantai 1 sebelum di optimalisasi nilai 2003 (4,45%) berada pada level poor yang berwarna merah, setelah adanya optimalisasi, nilai RSRQ pada lantai 1 berubah menjadi 13555 (30,11%) berwarna hijau, 11376 (25,27%) berwarna biru yg berarti exelent, 2003 (4,45%) berwarna merah dan dominan warna kuning dengan nilai 18084 (40,17%).

Pada lanantai 2 sebelum dilakukannya optimalisasi mempunyai nilai, 21700 (48,20%) berwarna merah atau berada pada level poor sinyal, 8346 (18,54%) berwarna kuning, namun hanya 8707 (19,34%) berwarna hijau. Setelah dilakukan optimalisasi tetap ada yang warna merah hanya 3200 (7,11%), sinyal level good mencapai 21394 (47,30%) berwarna hijau, ada pula 13101 (29,10%) yang berwarna biru, dan masih 11926 (26,49%) pada level fair berwarna kuning. Untuk standar KPI XL Axiata berada pada level fair berwarna kuning dengan nilai < -20 dB untuk nilai RSRQ.

### 3. Hasil nilai SINR



Gambar 4.5 SINR sebelum optimalisasi



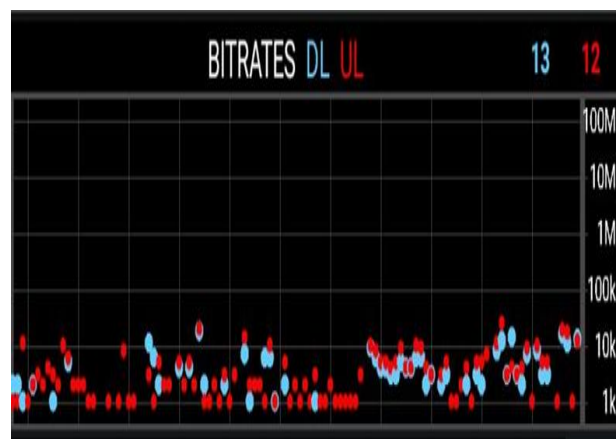
Gambar 4.6 SINR setelah optimalisasi

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa lantai 1 mempunyai nilai SINR yang buruk, pasalnya 27967 (62,12%) berada pada warna merah, setelah dilakukan optimalisasi nilai SINR pada area tersebut berubah dengan dominan warna kuning 16203 (35,99%), warna hijau 14726 (32,71%), dan warna biru mencapai 7293 (16,20%) yang tandanya berada pada level good dan exelent, serta 6798 (15,10%) masih berada pada level poor berwarna merah.

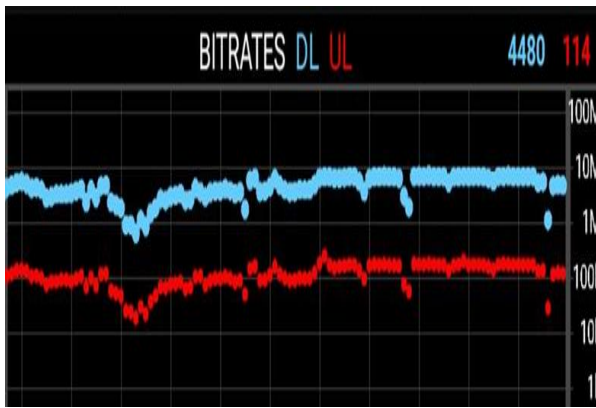
Pada lantai 2, sebelum dilakukan optimalisasi mempunyai nilai SINR 26206 (58,21%) berwarna merah, 7396 (16,43%) berwarna kuning, dan 11417 (25,36%) berwarna hijau. Setelah dilakukan optimalisasi warna merah pada lantai tersebut ada 3697 (8,21%), warna kuning mendominasi dengan 19498 (43,31%), ada pula 7743 (17,20%) berada pada sinyal terbaik, serta 14082 (43,31%) masih berada pada level fair (berwarna kuning. Untuk standar XL Axiata berada pada level fair berwarna kuning dengan nilai >5 dB untuk nilai SINR.

### 4. Hasil Nilai Throughput

Berikut hasil perbandingan throughput sebelum dan sesudah di optimalisasi.



Gambar 4.7 Hasil Download Upload sebelum optimalisasi



Gambar 4.8 Hasil Download Upload sebelum optimalisasi

Pada pengujian nilai Throughput, penulis melakukan download berupa file sebesar 35 Mb dari server google pada lokasi complain. Dari hasil Throughput yang terekam di Nemo Analyzer menunjukkan nilai Throughput tertinggi mencapai 23,8 Mbps dan nilai terendah mencapai 6,9 Mbps. Bila dihitung, waktu untuk melakukan unduhan sebesar 35 Mb membutuhkan sekitar 1,5 menit / 106 detik yang kecepatan rata – ratanya berada dikisaran 8,49 Mbps. Di percobaan sebelum optimalisasi kecepatan download hanya mampu 62,5 Kbps, padahal hanya mendownload file sebesar 35 Mb membutuhkan waktu sekitar 10 menit.

Sedangkan pada pengujian kecepatan upload, Penulis melakukan upload video ke server google sebesar 35 Mb. Hasil tertinggi kecepataannya mencapai 1,9 Mbps dan kecepatan terendahnya mencapai 121 Kbps. Jika dihitung, sesi upload membutuhkan waktu sekitar 103 detik atau 1,6 menit dengan kecepatan rata – ratanya 610 Kbps. Dan sebelum dioptimalisasi kecepatan hanya mampu menembus 43,5 Kbps, untuk mengupload sebuah file sebesar 35 Mb membtuhkan waktu 13 menit.

Hasil Throughput download dan upload membuktikan bahwa mengalami peningkatan signifikan setelah dilakukan optimalisasi, hasil ini berbanding lurus dengan peningkatan nilai RSRP, RSRQ dan SINR. Tentunya hasil ini jauh lebih baik dari pada hasil sebelum dioptimalisasi.

Tabel 3.2 Perbandingan kecepatan download upload

	File MB	Before			File MB	After		
		Max	Min	Avg		Max	Min	Avg
DL	35	900	1	62,5	35	23,8	6,9	8,49
	MB	Kbps	Kbps	Kbps	MB	Mbps	Mbps	Mbps
UL	35	300	1	43,5	35	1,9	121	610
	MB	Mbps	Kbps	Kbps	MB	Mbps	Kbps	Kbps

#### 4. KESIMPULAN

Dari skripsi yang berjudul “Rekomendasi hasil pengujian penggunaan teknologi 4G LTE indoor pada apartement casablanca east residence dengan metode mechanical tilt” sebagai berikut :

1. Optimalisasi jaringan dilakukan karena adanya keluhan dari pengguna jaringan indoor 4G LTE XL Axiata di Apartement Casablanca East Residence.
2. Walktest dilakukan sebelum melakukan optimalisasi untuk mengetahui nilai kualitas level sinyal dari semua parameter yang ada dan throughput menggunakan aplikasi Nemo Analyzer.
3. Tilt antenna berubah menjadi 7° dengan menggunakan metode mechanical tilt, merubah dari 5° menjadi 7° yang dilakukan di server control BTS XL Axiata guna mendapatkan performance dan coverage area yang lebih luas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhana, Shigeeki Shoji. 2009. Teknik Telekomunikasi. Jakarta : Pradnya Paramita.
- [2] Syafrizal, Melwin. 2005. Pengantar Jaringan Komputer. Jakarta : C.V ANDI OFFSET.
- [3] Kurniawan Usman, Uke. 2008. Pengantar Ilmu Telekomunikasi. Jakarta : Informatika
- [4] Sopandi, Dede. 2005. Instalasi Dan Konfigurasi Jaringan Komputer. Jakarta : Informatika.
- [5] Paul Landers, Gearoid Kenny. 2004. Ericsson Education And E-Learnig. Ireland : Ericsson
- [6] Bungin, Burhan. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif : Komunikasi, Ekonomi, dan Kebijakan Publik serta Ilmu-Ilmu Sosial Lainnya, Jakarta : Kencana

- [7] Abdul Wahab, Solichin. 2008. Analisis Kebijakan Dari Formulasi Ke Implementasi Kebijakan Negara. Edisi Kedua. Jakarta : PT. Bumi Aksara
- [8] Andrew S, Tanenbaum. 2002. Organisasi komputer terstruktur jilid 2, diterjemahkan oleh Thamir Abdul Hafedh Al-Hamdan. Jakarta : Salemba Teknika
- [9] Soewarno Handaya Ningrat. 1980. Pengantar Ilmu Studi Dan Manajemen. Jakarta : CV Haji Masagung
- [10] Handoko, T. Hani. 2000. Manajemen. Edisi 2. Yogyakarta : BPF
- [11] Sukiswo, ST. 2002. Buku Ajar Jaringan Telekomunikasi. Semarang : Teknik Elektro Universitas Diponegoro
- [12] Saydam, Gouzali. 2005. Teknologi Telekomunikasi Perkembangan dan Aplikasi. Bandung : CV. Alfabeta.
- [13] Suherman, R F. 2006. Jaringan Telekomunikasi. Medan : Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik UNSUT
- [14] <http://kulitelco.blogspot.co.id/2013/07/ericsson-basic-command-moshel-3g-rbs.html> diakses pada tanggal 23 Juni 2017 pukul 12:22
- [15] [www.mikroindosinergipersada.com](http://www.mikroindosinergipersada.com) diakses pada tanggal 27 Juni 2017 pukul 15:13
- [16] <https://telko.id/6846/mengenal-orientasi-kemiringan-pada-antenna-tilting-dan-azimuth/> diakses pada tanggal 16 Juli 2017 pukul 13:43
- [17] <https://telko.id/3902/3902/arsitektur-jaringan-lte/> diakses pada tanggal 09 Agustus 2017 pukul 00:25