

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

TEST OF USING OF TECHNOLOGY 4G LTE INDOOR IN XYZ APARTEMEN WITH MECHANICAL TILT METHOD

Nuke L Chusna¹, Andika Angga Prakoso²

*Program Studi Teknik Informatika, Universitas Krisnadwipayana
Jl. Raya Jatiwaringin, Jaticepaka Bekasi Jawa Barat 13077
Email : nuke.chusna@gmail.com¹, andikaanggaprakoso29@gmail.com²*

Naskah diterima tanggal 2 Februari 2018 dan naskah disetujui tanggal 9 Maret 2018

ABSTAKS

Di Masa sekarang, sistem teknologi keempat diberi nama teknologi Long Term Evolution (LTE), yang merupakan teknologi komunikasi dengan kapabilitas transmisi data. Dalam jaringan telekomunikasi dengan kapabilitas transmisi data. Dalam jaringan telekomunikasi tidak hanya cukup dengan perencanaan yang baik dalam desain, walaupun semua upaya telah dilakukan masih ada masalah yang sangat berpengaruh pada kualitas layanan. Untuk menjaga kualitas implementasi jaringan pemantauan dan pengumpulan data. Dari hasil penelitian ini ada perubahan di sektor 3 pada BTS di sekitar gedung, dan ada saran untuk menggunakan kemiringan listrik pada antena yang masih mekanis miring.

Kata Kunci : telekomunikasi, BTS, 4G LTE

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

Telekomunikasi telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir jutaan perangkat di dunia terhubung dengan internet atau transfer data dengan perangkat pada tempat yang berbeda. 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 di dalam sana suka mengeluarkan tentang jaringan 4G LTE yang buruk. Hal ini menjadi masalah yang perlu diperhatikan oleh pihak provider dan dilakukan optimalisasi sinyal indoor coverage.

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.

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.

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 selular berkembang sangat cepat dan pesat mengikuti banyaknya kebutuhan manusia di era globalisasi seperti saat ini.

Adapun perkembangan teknologi selular dapat dirangkum sebagai berikut:

- Generasi pertama

Pada generasi pertama ini teknologi selular 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).

- 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.

- 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.

- Generasi keempat

Pada generasi keempat menyediakan layanan berkulitas 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.

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 :

- Mengurangi cost per bit
- Meningkatkan pengadaan layanan (service provisioning)-semakin banyak layanan

dengan cost yang kecil dan user experience yang lebih baik

- Fleksibilitas untuk penggunaan pita frekuensi baru maupun yang sudah ada
- Penyederhanaan arsitektur, Interface yang terbuka
- Konsumsi daya pada terminal yang reasonable.

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

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.

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).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Komponen Lain

Dari BTS LTE_BTS AXIA sekto 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 dari itu cell 472 akan dioptimalisasi agar area tersebut mendapat jaringan yang terbaik.

Tabel 1. Nama Site

Nama site	Sektor	Cell	Azimuth	Tilt
LTE BTS AXIA	3	472	340	5°

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 : 5° (A)
- Vertical beamwidth : 2° (BW)

Jangkauan antenna sector 3 yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Jarak mainbeam} &= \frac{(Hb-Hr)/\tan A}{1000} \\ &= \frac{(50-15)/\tan 5}{1000} \\ &= 0,400 \text{ km (400m)} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Outer radius coverage} &= \frac{(Hb-Hr)}{\tan(A-\frac{BW}{2})} \\ &= \frac{(50-15)}{\tan(5-\frac{2}{2})} \\ &= 0,500 \text{ km (500m)} \end{aligned}$$

Berdasarkan 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:

$$\begin{aligned} \text{Tilt} &= \tan^{-1}\left(\frac{(Hb-Hr)}{\text{Jarak (m)}}\right) + \frac{BW}{2} \\ &= \tan^{-1}\left(\frac{(50-15)}{300}\right) + \frac{2}{2} \\ &= 7,65^\circ \sim 7^\circ \end{aligned}$$

Dari segi tilt telah ditentukan perubahan yaitu menjadi 7° .

Optimalisasi area complain

Data penghitungann 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 : 10° (A)
- Vertical Beamwidth : 2° (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 7°, maka bisa di bandingkan hasil penghitungan sebelum dan sesudah dilakukannya optimalisasi.

Tabel 2. Perubahan derajat pada tilt antena

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

Tabel 2 menunjukan bahwa perubahan derajat pada tilt antena dari awalnya 5° menjadi 7° berpengaruh kepada jangkauan sinyal, dengan hasil mainbeam sebelum dioptimalisasi berada pada 400m dari antena menjadi 285m, titik terdekat (Inner) dari 333m menjadi 249m, serta titik terjauh (Outer)

Jangkauan sinyal dari 500m manjadi 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.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

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

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

Hasil Nilai RSRP

Berikut hasil perbandingan walktest RSRP sebelum dan sesudah di optimalisasi.



Gambar 1 RSRP sebelum optimalisasi



Gambar 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.

Nilai RSRQ

Berikut hasil perbandingan walktest RSRQ sebelum dan sesudah di optimalisasi.



Gambar 3. RSRQ sebelum optimalisasi



Gambar 4. RSRQ setelah optimalisasi

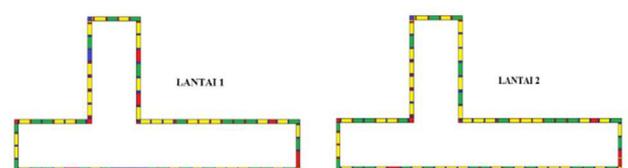
Dari gambar diatas, merupakan hasil dari proses optimalisasi RSRQ, pada lantai 1 sebelum di optimalisasi nilai 2003 (4,45%) berada pada level poor yang berwarna merah, setelah adanya optimalisasi, nilai RSRQ pada lantai 1 berubah menjadi 13555 (30,11%) berwarna hijau, 11376 (25,27%) berwarna biru yg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

Hasil Nilai SINR



Gambar 5. SINR sebelum optimalisasi



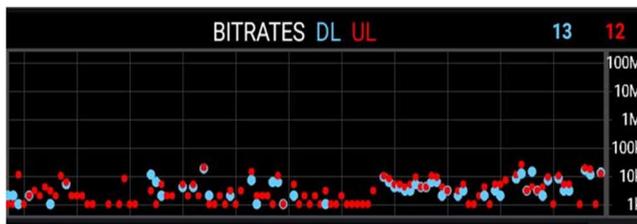
Gambar 6. SINR setelah optimalisasi

Gambar 5 dan 6 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.

Hasil Nilai Throughput

Berikut hasil perbandingan throughput sebelum dan sesudah di optimalisasi.



Gambar 7. Hasil Download Upload sebelum optimalisasi



Gambar 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 kecepatannya 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 membutuhkan 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. Perbandingan kecepatan download upload

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

4. SIMPULAN

Dari penelitian ini hasil pengujian penggunaan teknologi 4G LTE Indoor pada apartement XYZ dengan Metode Mechanical TITL adalah :

- Optimalisasi jaringan dilakukan karena adanya keluhan dari pengguna jaringan indoor 4G LTE XL Axiata di Apartement XYZ.
- Walktest dilakukan sebelum melakukan optimalisasi untuk mengetahui nilai kualitas level sinyal dari semua parameter yang ada dan throughput menggunakan aplikasi Nemo Analyzer.
- 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

Suhana, Shigeki Shoji. 2009. Teknik Telekomunikasi. Jakarta : Pradnya Paramita.
 Syafrizal, Melwin. 2005. Pengantar Jaringan Komputer. Jakarta : C.V ANDI OFFSET.

- Kurniawan Usman, Uke. 2008. Pengantar Ilmu Telekomunikasi. Jakarta : Informatika
- Sopandi, Dede. 2005. Instalasi Dan Konfigurasi Jaringan Komputer. Jakarta : Informatika.
- Paul Landers, Gearoid Kenny. 2004. Ericsson Education And E-earnig. Ireland : Ericsson
- Bungin, Burhan. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif : Komunikasi, Ekonomi, dan Kebijakan Publik serta Ilmu-Ilmu Sosial Lainnya, Jakarta : Kencana
- Abdul Wahab, Solichin. 2008. Analisis Kebijaksanaan Dari Formulasi Ke Implementasi Kebijaksanaan Negara. Edisi Kedua. Jakarta : PT. Bumi Aksara
- Andrew S, Tanenbaum. 2002. Organisasi komputer terstruktur jilid 2, diterjemahkan oleh Thamir Abdul Hafedh Al-Hamdan. Jakarta : Salemba Teknika
- Soewarno Handaya Ningrat. 1980. Pengantar Ilmu Studi Dan Manajemen. Jakarta : CV Haji Masagung
- Handoko, T. Hani. 2000. Manajemen. Edisi 2. Yogyakarta : BPF
- Sukiso, ST. 2002. Buku Ajar Jaringan Telekomunikasi. Semarang : Teknik Elektro Univeritas Diponegoro
- Saydam, Gouzali. 2005. Teknologi Telekomunikasi Perkembangan dan Aplikasi. Bandung : CV. Alfabeta.
- Suherman, R F. 2006. Jaringan Telekomunikasi. Medan : Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik UNSUT