

OPTIMASI CAPACITY DAN COVERAGE MENGGUNAKAN ANTENA MULTISEKTOR PADA TEKNOLOGI 4G LTE

CAPACITY AND COVERAGE OPTIMIZATION WITH MULTISECTOR ANTENNA IN 4G LTE

King Satrio Mantirri¹, Yuyun Siti Rohmah², Rendhita Istimarini Putri³

^{1,2} Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

³ Network Performance Optimizer, PT. XL Axiata, Tbk.

¹kingsatrio@student.telkomuniversity.ac.id, ²yuyunsr@tass.telkomuniversity.ac.id,

³rendhitaip@gmail.com

Abstrak

Dengan pengguna layanan seluler yang menggunakan teknologi LTE (*Long Term Evolution*) semakin meningkat maka menimbulkan beberapa permasalahan, diantaranya adalah nilai RF Parameter di bawah *standard* yang ditetapkan oleh operator pada suatu daerah, terlebih juga menurunnya nilai *throughput* di suatu daerah. Terdapat beberapa cara untuk mengatasi permasalahan tersebut diantaranya yaitu melakukan perubahan *tilting* dan *azimuth* antena, dan penambahan *site* baru.

Selain kedua metode optimasi yang sering dilakukan oleh operator-operator dalam meningkatkan nilai *throughput* dan RF Parameter, terdapat metode optimasi lain yang dapat digunakan oleh operator untuk meningkatkan nilai *throughput* dan RF Parameter yang diinginkan yaitu dengan mengganti antena sektoral satu sektor dengan menggunakan antena multisektor. Dengan adanya penggunaan antena multisektor ini maka akan terjadi peningkatan nilai RF Parameter dan nilai *throughput* dikarenakan terdapat peningkatan daya antena menjadi 2x40 watt dan peningkatan nilai *throughput* menjadi dua kalinya dibanding nilai *throughput* sebelumnya.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisa dalam kenaikan nilai *capacity* dan *coverage* menggunakan antena multisektor. Dengan menggunakan antena multisektor ada peningkatan *coverage* dan *capacity* sesuai dengan kriteria yang diinginkan oleh operator XL hal ini ditandai dengan peningkatan nilai RSRP terkategori baik sebesar 3%, peningkatan nilai SINR terkategori baik sebesar 17,25%, peningkatan nilai DL *throughput* terkategori baik sebesar 47,49%, dan peningkatan UL *throughput* yang dikategorikan baik sebesar 3,81%.

Kata Kunci : *Capacity, Coverage, Throughput, SINR, RSRP, Antena Multisektor*

Abstract

With mobile service users using LTE (*Long Term Evolution*) technology is increasing, it raises several problems, such as RF Parameter value below the standard set by the operator in an area, especially the decreasing of throughput value in an area. There are several ways to overcome these problems such as changing *tilting* and *azimuth* antenna, and adding new sites.

In addition to the two methods of optimization that are often performed by operators in increasing throughput value and RF Parameters, there are other optimization methods that can be used by operators to increase throughput value and RF Parameters desired by replacing the regular sectoral antenna by using multisector antennas. With the use of this multisector antenna will increase the value of RF parameters and throughput value due to an increase in antenna power to 2x40 watts and increased throughput value to two times compared to the previous throughput value.

In this final project will be measure the increasing capacity and coverage using multisector antenna. By using multisector antenna there is an increase in coverage and capacity in accordance with the criteria desired by XL operators this is indicated by the increase of good categorized RSRP 3%, the increase of good categorized SINR by 17.25%, the increase of good categorized DL throughput value by 47, 49 %, and a good UL throughput value increase by 3.81%.

Keywords: *Capacity, Coverage, Throughput, SINR, RSRP, Multisector Antenna*

1. Pendahuluan

Kebutuhan akses internet merupakan salah satu kebutuhan yang cukup penting di era modern ini. Terlebih dengan mobilitas manusia yang menuntut setiap industri yang bergerak di bidang teknologi informasi dan komunikasi berlomba-lomba untuk menciptakan dan mengembangkan teknologi yang

mampu memenuhi tuntutan tersebut. Tidak terkecuali industri seluler yang terus mengembangkan teknologinya, hingga akhirnya muncul teknologi 4G LTE (*Long Term Evolution*) yang merupakan hasil dari proyek 3GPP (*Third Generation Partnership Project*).

LTE menawarkan kecepatan akses paket data yang jauh lebih cepat dari generasi sebelumnya, di mana kecepatan data yang ditawarkan adalah 100 Mbps untuk kecepatan *download* maksimum dan 50 Mbps untuk kecepatan *upload* maksimum [11]. Namun kecepatan akses paket data tersebut dapat berubah sesuai dengan keadaan yang ada, sehingga *throughput* dari masing-masing *user* bisa bagus dan buruk. Namun selain *throughput* terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas layanan dari LTE sendiri diantaranya adalah *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR) dan *throughput*.

Kemampuan *coverage* dari sebuah sel yang buruk dapat mempengaruhi RSRP dari *user* dan *congestion* yang terlalu sering terjadi di dalam suatu sel mengindikasikan bahwa masih terdapat kekurangan dari *site* tersebut, salah satu penyebabnya adalah kurangnya nilai *coverage* dan *capacity* dari suatu *cell* dikarenakan antena yang digunakan, di mana antena yang digunakan adalah antena sektoral satu sektor. Sehingga pada optimasi ini dilakukan pergantian antena sektoral satu sektor menjadi antena multisektor. Salah satu kelebihan dari antena multisektor ini adalah antena ini memiliki dua *main lobe* atau yang bisa disebut dengan *Dual Beam Array* (DBA) [2]. Dengan adanya DBA ini maka *coverage* dan *capacity* yang ditawarkan dapat lebih baik dibandingkan dengan antena sektoral satu sektor yang hanya memiliki satu *main lobe* [2]. Pada Antena multisektor terdapat suatu keunggulan yang dapat meningkatkan *coverage* yaitu dengan adanya peningkatan daya yang menjadi 2x40 watt sehingga dapat berdampak pada kenaikan RSRP. Terlebih untuk antena multisektor ini sendiri terdapat keunggulan lain yang dapat meningkatkan *capacity* dari suatu *site* yaitu dengan adanya pola pancar yang dirancang untuk mengurangi interferensi antara suatu sektor dengan sektor yang lain, hal ini tentunya akan berpengaruh pada *throughput* pengguna layanan yang terdapat di daerah tersebut [3].

2. Dasar Teori

2.1 Modulasi

Modulasi merupakan suatu proses penumpangan informasi yang terkandung dalam sebuah rentang frekuensi pada sebuah frekuensi pembawa. Untuk modulasi tersebut terdapat *adaptive modulation* yang modulasinya mengacu pada kemampuan jaringan untuk menentukan jenis modulasi dan laju pengkodean secara dinamis berdasarkan kondisi saluran RF saat ini yang dilaporkan oleh UE [1]. Dalam 4G terdapat beberapa modulasi yang digunakan yaitu:

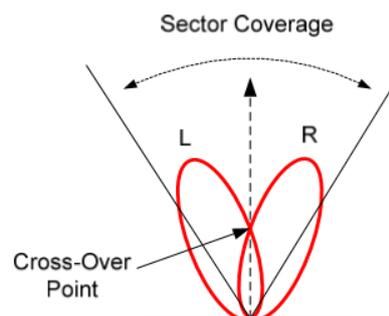
a. QPSK

Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) merupakan teknik modulasi digital yang merupakan pengembangan dari modulasi *Phase Shift Keying* (PSK) dengan memanfaatkan perubahan suatu fasa dari sinyal *carrier* [1].

b. QAM

Quadrature Amplitude Modulation (QAM) suatu cara pentransmisi pada lahu bit-bit yang lebih tinggi pada sebuah saluran atau kanal dengan lebar pita (*bandwidth*) yang terbatas. Untuk Modulasi QAM yang digunakan oleh LTE sendiri yaitu 16 QAM dan 64 QAM. Semakin tinggi metode QAM yang digunakan maka kecepatan transmisi data yang didapatkan akan semakin tinggi [1].

2.2 Antena Multisektor



Gambar 2. 1 *Dual Beam Array* [2]

Antena Multisektor termasuk ke dalam antena sektoral. Antena Sektoral sendiri merupakan antena yang memiliki pola pancaran yang sebagian besar memancar ke arah mana antena ini diarahkan. Antena sektoral satu sektor hanya memiliki satu pola pancar namun untuk antena multisektor memiliki dua pola pancar atau yang bisa disebut *Dual Beam Array* (DBA). Konsep dari DBA ini sendiri adalah setiap *overlapping beam* tersebut memiliki HPBW sebesar 33° [2].

Pada jaringan seluler khususnya LTE, satu antena sektoral satu sektor dikhususkan untuk membentuk satu *cell* saja sedangkan satu antena multisektor dapat digunakan untuk membentuk dua *cell*. Dengan adanya DBA pada antena multisektor ini maka antena ini berpotensi untuk meningkatkan kapasitas dikarenakan dengan pancaran gelombang yang lebih sempit dan direktivitas antena yang lebih tinggi [2].

2.3 Drive Test

Drive test merupakan salah satu tahapan dalam penentuan optimasi jaringan, karena melalui tahapan ini kita dapat mengukur kualitas sinyal yang berada pada suatu wilayah [5]. *drive test before* merupakan suatu jenis *drive test* dimana pengambilan kualitas jaringan dilakukan sebelum dilakukannya optimasi jaringan, tahapan ini bertujuan agar engineer dapat mengetahui kualitas jaringan pada daerah tersebut, sehingga akan diketahui apakah daerah tersebut perlu dilakukan optimasi atau tidak. *Drive test after* merupakan jenis *drive test* dimana pengambilan kualitas jaringan dilakukan setelah optimasi jaringan, hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas jaringan pada daerah tersebut telah memenuhi kriteria yang diinginkan atau belum.

2.4 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan suatu kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dan beroperasi sesuai dengan yang diharapkan .

Parameter-parameter QoS adalah:

a. *Delay*

Delay merupakan waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari suatu titik ke titik tujuan [4].

b. *Jitter*

Jitter merupakan variasi *delay* antara paket data yang terjadi pada suatu jaringan. Salah satu faktor besar tidaknya nilainya suatu jitter dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan juga jumlah tumbukan antar paket [4].

c. *Packet Loss*

Packet Loss merupakan suatu kegagalan transmisi paket data untuk mencapai tujuannya [4].

d. *Throughput*

Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses dan diamati pada tujuan paket tersebut selama rentang waktu tertentu. *Throughput* juga dapat disebut juga dengan *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya [4].

2.5 RF Parameter

2.5.1 Reference Signal Received Power (RSRP)

Reference Signal Received Power (RSRP) merupakan *parameter* spesifik pada *drive test* 4G LTE dan digunakan oleh perangkat untuk menentukan titik *handover*. Pada teknologi 2G *parameter* ini bisa dianalogikan seperti Rx Level sedangkan pada 3G dianalogikan sebagai *Received Signal Code Power* (RSCP) [7]. Semakin jauh jarak antara *site* dan *user*, maka semakin kecil pula RSRP yang diterima oleh *user*. *User* yang berada di luar jangkauan maka tidak akan mendapatkan layanan LTE.

Tabel 2. 1 RSRP Standard Operator XL

RSRP Criteria (dBm)	Legend
RSRP \geq -80	Outstanding
-90 \leq RSRP $<$ -80	Excellent
-100 \leq RSRP $<$ -90	Good
-105 \leq RSRP $<$ -100	Intermediate
-115 \leq DL RSRP $<$ -105	Poor
RSRP $<$ -115	Bad

Dari tabel tersebut operator memiliki kriteria-kriteria yang harus dipenuhi dalam pengukuran nilai RSRP, diantaranya adalah nilai RSRP yang terbaik yaitu berada pada nilai -80 dB keatas dan juga untuk nilai RSRP yang terburuk adalah kurang dari -115 dB.

2.5.2 Signal to Interference Noise Ratio (SINR)

Signal to Interference Noise Ratio (SINR) merupakan perbandingan antara kuat sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dan noise yang timbul [7]. Jika SINR yang di ukur bernilai baik maka throughput yang didapat akan baik juga.

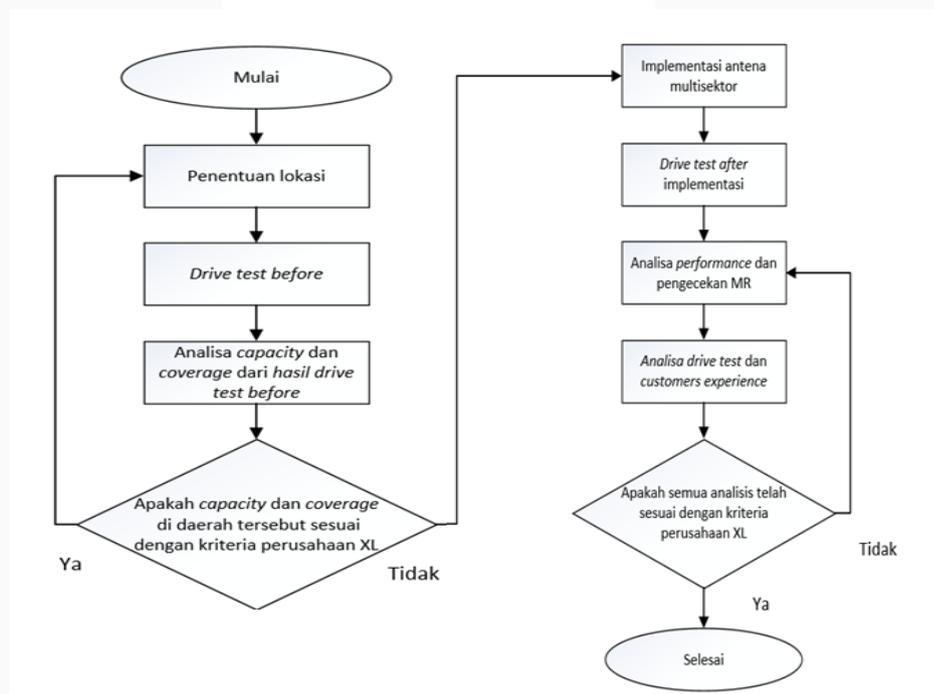
Tabel 2.2 SINR Standard Operator XL

SINR Criteria (dB)	Legend
SINR (dBm) >= 20	Outstanding
10 <= SINR (dBm) < 20	Excellent
3 <= SINR (dBm) < 10	Good
0 <= SINR (dBm) < 3	Intermediate
-5 <= SINR (dBm) < 0	Poor
SINR (dBm) < -5	Bad

Dari tabel tersebut operator memiliki kriteria yang harus dipenuhi dalam pengukuran nilai SINR, diantaranya adalah nilai SINR yang terbaik yaitu berada pada nilai 20 dBm ke atas dan juga untuk nilai SINR yang terburuk adalah kurang dari -5 dBm.

3. Perancangan dan Simulasi

3.1 Flowchart Pergerjaan



Gambar 3.1 Flowchart Metode Pengerjaan

3.2 Skenario 1 (Sebelum penggunaan Antena Multisektor)

Pada proyek akhir ini dilakukan dua skenario yaitu salah satunya adalah skenario sebelum menggunakan antenna multisektor, di mana untuk antenna yang digunakan adalah antenna sektoral satu sektor yang hanya memiliki satu sektor saja, sehingga site masih memiliki tiga sektor saja. Sebelum dilakukan pergantian antenna multisektor maka dilakukan drive test before yang menunjukkan pengukuran nilai RSRP, SINR, DL throughput, dan UL throughput.

3.2.1 Pengukuran RSRP

Tabel 3.1 Tabel nilai RSRP berdasarkan hasil *drive test before*

Nilai Minimal (dBm)	Kriteria RSRP (dBm)	Nilai Maksimal (dBm)	Hasil DT Before (%)	Legend
-85	RSRP \geq -85	<i>Infinity</i>	34.83%	<i>Outstanding</i>
-90	-90 \leq RSRP $<$ -85	-85	21.72%	<i>Excellent</i>
-100	-100 \leq RSRP $<$ -90	-90	40.24%	<i>Good</i>
-105	-105 \leq RSRP $<$ -100	-100	3.10%	<i>Intermediate</i>
-115	-115 \leq RSRP $<$ -105	-105	0.11%	<i>Poor</i>
<i>-Infinity</i>	RSRP $<$ -115	-115	0.00%	<i>Bad</i>

Tabel 3.1 yang menunjukkan persentase-persentase merupakan hasil *reporting* dari *software* Genex Assistant yang di dalamnya terdapat persentase pengukuran nilai RSRP. Persentase nilai RSRP untuk kategori baik pada tabel 3.1 didapatkan dari hasil pengelompokkan dari indeks warna hijau yang berada pada nilai -100 dBm hingga -90 dBm. Seperti yang di jelaskan pada dasar materi bahwa jika pada *software* Genex Probe dilakukan *zoom in* terhadap rute *drive test* yang menunjukkan warna merah hingga biru tua akan ada titik-titik indeks warna dan terdapat nilai pengukuran di atasnya, titik-titik tersebut akan di kelompokkan berdasarkan nilai pengukuran yang sama dari keseluruhan rute *drive test* di *software* Genex Assistant. Tabel 3.1 menunjukkan kualitas nilai RSRP setelah dilakukan *drive test before*, hal ini bertujuan untuk melihat kualitas jaringan sebelum dilakukan pergantian antena. Untuk hasil *drive test before* menunjukkan nilai RSRP yang baik ke atas memiliki persentase cukup tinggi yaitu 96.79%.

3.2.2 Pengukuran SINR

Tabel 3.2 Tabel nilai SINR berdasarkan hasil hasil *drive test before*

Nilai Minimal (dB)	Kriteria SINR (dB)	Nilai Maksimal (dB)	Hasil DT Before (%)	Legend
20	SINR (dB) \geq 20	<i>Infinity</i>	3.80%	<i>Outstanding</i>
10	10 \leq SINR (dB) $<$ 20	20	32.53%	<i>Excellent</i>
3	3 \leq SINR (dB) $<$ 10	10	44.30%	<i>Good</i>
0	0 \leq SINR (dB) $<$ 3	3	9.36%	<i>Intermediate</i>
-5	-5 \leq SINR (dB) $<$ 0	0	9.36%	<i>Poor</i>
<i>-Infinity</i>	SINR (dB) $<$ -5	-5	0.64%	<i>Bad</i>

Untuk tabel 3.2 menunjukkan nilai SINR saat dilakukan *drive test before*. Untuk nilai SINR yang terkategori baik ke atas yaitu berada pada persentase 80.63% sehingga kualitas jaringan pada seluruh rute *drive test* bisa dikategorikan cukup baik.

3.2.3 Pengukuran DL Throughput

Tabel 3.3 Tabel nilai DL *throughput* berdasarkan hasil hasil *drive test before*

Min Value (Mbps)	DL Throughput (Mbps)	Max Value (Mbps)	Percentage Before (%)	Legend
30	DL Throughput (Mbps) \geq 30	<i>Infinity</i>	9.82%	<i>Outstanding</i>
10	10 \leq DL Throughput (Mbps) $<$ 30	30	27.85%	<i>Excellent</i>
5	5 \leq DL Throughput (Mbps) $<$ 10	10	12.57%	<i>Good</i>
3	3 \leq DL Throughput (Mbps) $<$ 5	5	6.15%	<i>Intermediate</i>
0	0 $<$ DL Throughput (Mbps) $<$ 3	3	43.60%	<i>Bad</i>

Untuk tabel 3.3 menunjukkan nilai DL *throughput* saat dilakukan *drive test before*. Untuk nilai DL *throughput* yang terkategori baik ke atas yaitu berada pada persentase 50.24% sehingga kualitas jaringan pada seluruh rute *drive test* bisa dikategorikan buruk, hal ini dikarenakan dengan nilai *throughput* yang kurang dari 3 Mbps maka *user* yang menggunakan layanan operator tidak akan mendapatkan layanan yang memuaskan.

3.3 Skenario 2 (Setelah menggunakan antena multisektor)

Untuk skenario kedua merupakan skenario di mana telah dilakukan pergantian antena menjadi antena multisektor dan setelah dilakukan pergantian antena menjadi antena multisektor maka dilakukan *drive test after* untuk melihat perubahan pada nilai RSRP, SINR, dan nilai DL *Throughput*.

3.3.1 Pengukuran RSRP

Tabel 3.4 Tabel nilai RSRP setelah dilakukan *drive test after*

Min Value (dBm)	RSRP Criteria (dBm)	Max Value (dBm)	Percentage After (%)	Legend
-85	RSRP >=-85	Infinity	41.98%	Outstanding
-90	-90<= RSRP <-85	-85	26.22%	Excellent
-100	-100<= RSRP <-90	-90	31.59%	Good
-105	-105<= RSRP <-100	-100	0.22%	Intermediate
-115	-115<= RSRP <-105	-105	0.00%	Poor
-Infinity	RSRP <-115	-115	0.00%	Bad

Untuk hasil *drive test* pada tabel 3.4 setelah dilakukan pergantian menjadi antena multisektor cukup berdampak pada kenaikan nilai RSRP, kenaikan tersebut dapat dilihat dalam persentase nilai RSRP yang meningkat daripada sebelumnya yaitu dengan persentase 99.79% untuk kategori baik hingga sangat baik. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa dengan adanya pergantian antena menjadi antena multisektor terdapat peningkatan nilai RSRP yaitu sebesar 3%.

3.3.2 Pengukuran SINR

Tabel 3.5 Tabel nilai SINR setelah dilakukan *drive test after*

Min Value (dB)	SINR Criteria (dB)	Max Value (dB)	Percentage After (%)	Legend
20	SINR >=20	Infinity	6.81%	Outstanding
10	10<=SINR <20	20	53.93%	Excellent
3	3<=SINR <10	10	37.14%	Good
0	0<=SINR <3	3	1.97%	Intermediate
-5	-5<=SINR <0	0	0.15%	Poor
-Infinity	SINR <-5	-5	0.00%	Bad

Untuk hasil *drive test* pada tabel 3.5 setelah dilakukan pergantian menjadi antena multisektor sangat berdampak pada kenaikan nilai SINR, kenaikan tersebut dapat dilihat persentase SINR yang meningkat secara signifikan dengan nilai SINR yang lebih dari 3 dB yaitu 97.88% dan dengan persentase tersebut maka kenaikan nilai SINR setelah menggunakan antena multisektor yaitu sebesar 17.25%.

3.3.3 Pengukuran DL *Throughput*

Tabel 3.6 Tabel nilai DL *Throughput* setelah dilakukan *drive test after*

Min Value (Mbps)	DL <i>Throughput</i> (Mbps)	Max Value (Mbps)	Percentage After (%)	Legend
30	DL <i>Throughput</i> >=30	Infinity	29.23%	Outstanding
10	10 <=DL <i>Throughput</i> <30	30	56.21%	Excellent
5	5 <=DL <i>Throughput</i> <10	10	12.49%	Good
3	3 <=DL <i>Throughput</i> <5	5	1.56%	Intermediate
0	0 <DL <i>Throughput</i> <3	3	0.45%	Bad

Tabel di atas menunjukkan bahwa untuk kecepatan DL *throughput* pada daerah Nalendra dan sekitarnya mengalami peningkatan yang signifikan, hal ini ditunjukkan dengan tingginya *persentase* nilai DL *throughput* yang berada di atas 3 Mbps yang memiliki *persentase* hingga 97.93%. Hal ini membuktikan bahwa dengan adanya penggunaan antena multisektor pada daerah ini akan menaikkan nilai *throughput* yang awalnya memiliki *persentase* 50.24%. untuk kategori baik ke atas.

4. Analisa Hasil Optimasi

4.1 Analisa Perbandingan RSRP

Tabel 4. 1 Perbandingan nilai RSRP berdasarkan hasil *drive test before* dan *drive test after*

Min Value (dBm)	Kriteria RSRP (dBm)	Max Value (dBm)	Hasil DT Before (%)	Hasil DT After (%)	Legend
-85	RSRP >=-85	Infinity	34.83%	41.98%	Outstanding
-90	-90 <=RSRP <-85	-85	21.72%	26.22%	Excellent
-100	-100 <=RSRP <-90	-90	40.24%	31.59%	Good
-105	-105 <=RSRP <-100	-100	3.10%	0.22%	Intermediate
-115	-115 <=RSRP <-105	-105	0.11%	0.00%	Poor
-Infinity	RSRP <-115	-115	0.00%	0.00%	Bad
RSRP >=-100 dBm			96.79%	99.79%	Pass

Persentase yang ditunjukkan pada tabel 4.1 didapat dari jumlah indeks warna hasil *drive test before* dan *drive test after* setelah dilakukan *reporting* untuk mengetahui persentase dari warna-warna di atas oleh software Genex Assistant yang sebelumnya masih berbentuk indeks warna pada software Genex Probe. Untuk Operator XL sendiri menargetkan 95% dari hasil *drive test* harus memiliki nilai RSRP yang lebih dari -105 dBm, sedangkan dari hasil *drive test before* saja kita dapat melihat tingkat nilai RSRP yang cukup tinggi yaitu dengan 96.79%. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai RSRP pada daerah itu cukup tinggi. Sedangkan setelah melakukan pergantian antena sektoral menjadi antena multisektor persentase nilai RSRP dengan kategori baik ke atas memiliki kenaikan sebesar 3.00% menjadi 99.79%. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan antena multisektor terdapat suatu perubahan yaitu salah satunya adalah perbedaan nilai daya yang digunakan oleh antena multisektor yaitu 2x40 w setelah sebelumnya sebelum dilakukan optimasi daya yang digunakan oleh antena yaitu 2x30 w hal tersebut menyebabkan peningkatan pada *coverage* dan berdampak pada kenaikan nilai RSRP.

Tabel 4.2 Parameter yang digunakan dalam perhitungan nilai *pathloss*

Parameter	Keterangan
Frekuensi Kerja	1800 Mhz
Tinggi Antena BTS	22 m
Tinggi Antena MS	2 m
Jarak antara BTS dengan MS	1 km – 5 km

Maka model propagasi yang digunakan adalah model COST-231 Hata. Model propagasi yang digunakan memiliki persamaan:

$$L = 46.3 + 33.9 \log(f) - 13.82 \log(hb) - a(hr) \\ + (44.9 - 6.55 \log(hb)) \log(d) + C$$

Keterangan:

L = *Path loss* (dB)

f = frekuensi transmisi (MHz)

hb = tinggi antena *base station* (m)

a(hre) = faktor koreksi untuk tinggi antena penerima (dB)

= $3.2(\log(11,75h_r))^2 - 4.97$ → daerah dense urban dan urban

= $(1.1\log(f) - 0,7)h_r - (1.58\log(f) - 0.8)$ → daerah sub urban

hr = tinggi antena penerima (m)

d = jarak antara *base station* dengan penerima (km)

C = 0dB untuk daerah urban dan sub urban,

= 3dB untuk daerah dense urban

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa nilai *pathloss* yang di dapatkan yaitu

Tabel 4.3 Perhitungan *pathloss* berdasarkan jarak yang telah ditentukan

Jarak, d (km)	<i>Pathloss</i> (dB)
0.2	111.268
0.4	122.107
0.6	129.333
0.8	132.946
1	136.559

Setelah dilakukan perhitungan *pathloss* maka dilakukan perhitungan nilai EIRP menggunakan rumus di bawah ini:

$$EIRP = Tx \text{ Power} + GT - L_{cabletx}$$

Keterangan:

EIRP = *Equivalent Isotropic Radiated Power*

Tx Power = *Transmit Antenna Power* (dBm)

GT = *Gain antenna transmitter* (dBi)

$L_{cabletx}$ = *Loss Cable transmitter* (dB)

Setelah mendapatkan nilai EIRP maka dilakukan perhitungan nilai RSSI seperti di bawah ini.

$$RSSI = EIRP - L$$

Keterangan:

RSSI = *Recived Signal Strength Indicator* (dBm)

EIRP = *Equivalent Isotropic Radiated Power*

L = *Pathloss* (dB)

Dan setelah dilakukan perhitungan nilai RSSI maka dilakukan perhitungan nilai RSRP sebagai berikut :

$$RSRP = RSSI - 10 \text{ Log} (12 \times NRb)$$

Keterangan:

RSRP = *Reference Signal Receive Power* (dBm)

RSSI = *Received signal strength indicator* (dBm)

NRb = *Number of Resource block*

Maka untuk nilai RSRP yang di dapatkan antara sebelum menggunakan antenna multisektor dan setelah menggunakan antenna multisektor berdasarkan jarak-jarak yang telah di tentukan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.4 Perbandingan nilai RSRP setelah dilakukan perhitungan

Jarak (km)	<i>Pathloss</i> (dB)	Sebelum Menggunakan Antena Multisektor	Setelah Menggunakan Antena Multisektor
0.2	111.268	- 80.568 dBm	- 78.868 dBm
0.4	122.107	- 90.97 dBm	- 90.107 dBm
0.6	129.333	- 98.63 dBm	- 97.333 dBm
0.8	132.946	- 98.63 dBm	- 100.946 dBm
1	136.559	- 105.859 dBm	- 104.559 dBm

4.2 Analisa Perbandingan DL Throughput

Tabel 4.5 Perbandingan nilai DL *throughput* berdasarkan hasil *drive test before* dan *drive test after*

Min Value (Mbps)	DL <i>Throughput</i> (Mbps)	Max Value (Mbps)	Percentage Before (%)	Percentage After (%)	Legend
30	DL <i>Throughput</i> >=30	Infinity	9.82%	29.23%	Outstanding
10	10<=DL <i>Throughput</i> <30	30	27.85%	56.21%	Excellent
5	5<=DL <i>Throughput</i> <10	10	12.57%	12.49%	Good
3	3<=DL <i>Throughput</i> <5	5	6.15%	1.56%	Intermediate
0	0<DL <i>Throughput</i> <3	3	43.60%	0.45%	Bad

Tabel di atas menunjukkan persentase nilai DL *throughput* saat sebelum dan sesudah menggunakan antenna multisektor. Untuk *drive test before* dapat diketahui persentase nilai DL *throughput* yang menunjukkan hanya 50.24%. dan setelah dilakukan optimasi dengan menggunakan antenna multisektor maka terdapat peningkatan nilai *throughput* terkategori baik sebesar 47.69%. Hal ini tentu menunjukkan kenaikan yang signifikan pada peningkatan capacity yaitu kenaikan nilai *throughput*. Untuk melakukan perhitungan nilai *throughput* maka diperlukan nilai *resource block* berdasarkan *bandwidth* yang digunakan.

Tabel 4.6 Jumlah *resource block* berdasarkan *bandwidth* yang digunakan

Konfigurasi <i>Bandwidth</i>	1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Jumlah RB	6	15	25	50	75	100

Setelah mengetahui jumlah RB yang di berikan oleh *user* maka akan dilakukan perhitungan *throughput* seperti di bawah ini.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah RB} \times \text{jumlah RE} \times \text{faktor modulasi}}{\text{Waktu interval}}$$

<i>Throughput</i>	= Kecepatan data yang di dapatkan oleh <i>user</i> (Mbps)
Jumlah RB	= Jumlah <i>Resource Block</i>
Jumlah RE	= Jumlah <i>Resource Element</i> untuk 1 RB (84)
Faktor Modulasi	= Faktor Modulasi pada QPSK, 16 QAM, 64 QAM (2^n)
Waktu Interval	= Durasi per 1 <i>frame</i> (ms)

Dengan perhitungan di atas di dapatkan nilai *throughput* dengan masing-masing modulasi untuk sebelum dan sesudah menggunakan antenna multisektor.

Tabel 4 7 Perbandingan hasil *throughput* berdasarkan hasil modulasi yang digunakan

Jenis Modulasi	<i>Before</i>	<i>After</i>
QPSK	35.28	70.56
16-QAM	70.56	141.12
64-QAM	105.84	211.68

Setelah penggunaan antenna multisektor maka *peak data rate* atau *throughput* maksimum di *site* tersebut akan mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat melalui perhitungan nilai *peak data rate* di atas, di mana kecepatan maksimum untuk *throughput* adalah 105.84 Mbps sedangkan setelah menggunakan antenna multisektor kecepatan *throughput* maksimum meningkat menjadi 211.68 Mbps.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Pada proyek akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa secara teori dapat dibuktikan bahwa dengan menggunakan antenna multisektor akan meningkatkan *capacity* dan *coverage*.
2. Berdasarkan hasil *drive test before* dapat dibuktikan bahwa nilai RSRP yang didapatkan cukup baik, namun untuk nilai SINR dan *throughput* yang didapatkan berada pada kualitas yang buruk
3. Berdasarkan hasil *drive test after* terdapat peningkatan nilai RSRP walaupun tidak signifikan dan untuk nilai *throughput* yang didapatkan terdapat peningkatan nilai *throughput* dan SINR setelah diimplementasikan antenna multisektor pada *site* Nalendra
4. Semakin tinggi nilai *gain* antenna yang diterapkan maka akan semakin kecil juga HPBW yang didapatkan, hal ini dapat dilihat dari besarnya nilai HPBW pada masing-masing antenna yaitu antenna sektoral satu sektor yang memiliki HPBW sebesar 65° dan untuk antenna multisektor yang memiliki *gain* yang lebih besar dibandingkan dengan antenna sektoral satu sektor memiliki HPBW sebesar 38° .
5. Dalam proses analisa, didapatkan peningkatan nilai *throughput* setelah menggunakan antenna multisektor, dan untuk nilai *throughput* pada modulasi terbaik yaitu 64-QAM sebesar 211.68 Mbps dari 105.84 Mbps
6. Berdasarkan hasil peningkatan *throughput* dapat disimpulkan bahwa dengan adanya peningkatan *network throughput* maka akan mengalami peningkatan juga pada sisi *single user throughput*.
7. Hasil perbandingan DT *before* dan *after* menunjukkan peningkatan nilai SINR dan *throughput* yang cukup signifikan dilihat dari perubahan warna-warna yang menandai *bad spot* menjadi warna yang di dominasi oleh warna hijau, biru muda, dan biru tua.

5.2 Saran

Saran untuk proyek akhir ini sebagai berikut :

1. Melakukan analisa terhadap antenna basic MIMO yang akan diterapkan oleh operator XL.
2. Mengeksplorasi penelitian lebih lanjut mengenai antenna multisektor pada *site* yang lain ataupun kota lain.
3. Dapat memberikan analisa yang lebih dalam terkait dengan antenna multisektor, khususnya terhadap perbedaan antenna sektoral satu sektor dengan antenna multisektor.

Daftar Pustaka

- [1] Anritsu. (2009). Retrieved June 20, 2018, from [www.synginc.com:1 http://www.synginc.com/docs/LTE_Resource_Guide.pdf](http://www.synginc.com/docs/LTE_Resource_Guide.pdf)
- [2] Foo, S., & Vassilakis, B. (2009). Adjustable Multi-Sector Cellular Base Station Antenna. *International Journal On Advances in Networks and Services*, 2, 25-26.
- [3] HUAWEI TECHNOLOGIES CO., L. (2014). Retrieved June 20, 2018, from [www.Huawei.com: http://www.huawei.com/ilink/en/download/H2014043004](http://www.huawei.com/ilink/en/download/H2014043004)
- [4] Iskandar, I., & Hidayat, A. (2015, Desember). Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau). *Jurnal CoreIT*, 1, 68-69.
- [5] JDSU. (2012, February). *Viavi Solutions Inc*. Retrieved June 20, 2018, from Viavi Solutions Inc Web site: www.jdsu.com/test
- [6] Kaur, R., & Kumar, M. (2013, October). An Efficient Resource Block Allocation in LTE System. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 3(10).
- [7] Nurhasanah, & Pradana, B. P. (2017, November). Measurement of SINR (Signal Noise Interference Noise to Ratio) and RSRP (Reference Signal Received Power) on 4G LTE Area Surakarta. *Jurnal ICT Akademi Telkom Jakarta*, 8.
- [8] Rathi, S., Malik, N., Chahal, N., & Malik, S. (2014, May). Throughput for TDD and FDD 4G LTE Systems. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 3(12).
- [9] Song, L., & Shen, J. (2010). RF Planning and Optimization for LTE Network. In E. C. LTE. Boca Raton Florida: CRC Press.
- [10] Sukar, M. A., & Pal, M. (2014, June). SC-FDMA & OFDMA in LTE physical layer. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 12.
- [11] U.K. Usman, G. P. (2012). *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Bandung: Rekayasa Sains.
- [12] Wardhana, L. (2014). *Menuju Broadband Wireless Access 4G&5G in 4G Handbook* (1 ed.). Jakarta: www.nulisBuku.com.