

Analisis Performansi Layanan Komunikasi VoIP Pada Jaringan LTE di Jalan Tol Serpong – Cinere Menuju Gerbang Tol Pamulang

Performance Analysis Optimization of VoIP Communication Service On The Lte Network in Serpong – Cinere Toll Road to Pamulang Toll Gate

1st Mochammad Ijlal Wimpi Grahadi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
ijlalwimpi@student.telkomuniversity.a
c.id

2nd Uke Kurniawan Usman
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
ukeusman@telkomuniversity.ac.id

3rd Gandevas Bayu Satrya
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
gandevabs@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Sebagian besar masyarakat sudah menggunakan *smartphone* yang menggunakan jaringan *Long Term Evolution (LTE)*. Namun, pada komunikasi *Voice over Internet Protokol (VoIP)* di jalan tol terkadang mengalami *reconnecting* dikarenakan tidak stabil nya jaringan. Maka dari itu masih dibutuhkan optimasi jaringan untuk mendapatkan jaringan yang stabil. Dilakukannya *drive test* untuk mendapatkan nilai dari beberapa parameter yang dibutuhkan sesuai dengan standar *Key Performance Indicator (KPI)*, seperti *Reference Signal Received Power (RSRP)*, *throughput*, dan juga *Signal to Interference Noise Ratio (SINR)*. Perbaikan dilakukan dengan tiga metode yaitu *physical tuning*, *power configuration*, dan penggabungan antara *physical tuning* dengan *power configuration*. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa metode penggabungan memiliki peningkatan paling baik dibandingkan dengan skenario lainnya. Untuk bad spot 1 nilai *RSRP* menjadi -86,76 dBm, *SINR* menjadi 16,07 dB, *throughput* menjadi 88.692 Kbps. Untuk bad spot 2 nilai *RSRP* menjadi -88,11 dBm, menjadi 16,00 dB, *throughput* menjadi 89.010 Kbps. Untuk bad spot 3 nilai *RSRP* menjadi -90,8 dBm, *SINR* -0,75 menjadi 16,01 dB, *throughput* menjadi 88.385 Kbps.

Kata kunci— *Long Term Evolution, RSRP, SINR, Throughput, Drive Test, Voice Internet Protocol, KPI*

I. PENDAHULUAN

Kualitas layanan yang diberikan oleh pihak penyedia jasa layanan telekomunikasi seluler harus maksimal, agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen dan menjaga kualitas layanan yang diberikan.

Terdapat pelemahan sinyal di jalan tol Serpong-Cinere menuju gerbang tol Pamulang yang dapat mengganggu aktivitas layanan komunikasi VoIP yang dilakukan oleh pengguna jalan tersebut. didapatkan hasil pengukuran yang mengalami penurunan daya sinyal dengan nilai RSRP yang rendah, nilai parameter SINR yang rendah, dan nilai parameter throughput yang rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai parameter yang diperoleh tidak sesuai standar KPI sehingga perlu dilakukan optimasi.

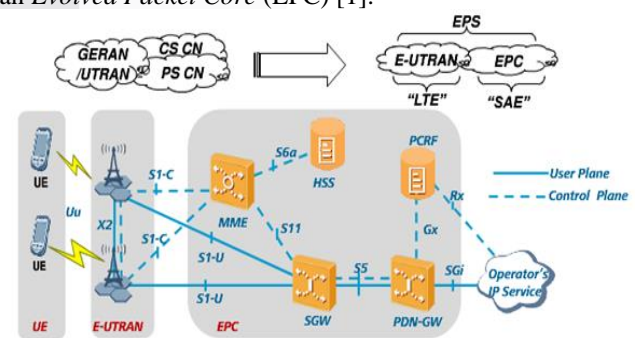
Tujuan dari tugas Akhir ini untuk mengoptimalkan jaringan LTE pada jalan Tol Serpong-Cinere menuju gerbang Tol Pamulang guna meningkatkan kualitas layanan data.

Pendekatan yang digunakan dalam meningkatkan performansi layanan data pada penelitian ini adalah *Coverage Optimization* dengan memperhitungkan distribusi RSRP, SINR, serta perhitungan *Throughput*.

II. KAJIAN TEORI

A. Long Term Evolution

Long Term Evolution atau yang disingkat LTE adalah standar teknologi telekomunikasi yang dikeluarkan oleh *The Thrid Generation Partnership Project (3GPP)* sebagai standar teknologi komunikasi generasi ke-4 (4G). LTE dapat mendukung aplikasi yang secara umum terdiri dari layanan *voice*, *data*, *vidio*, termasuk juga IP TV. Teknologi ini dapat memberikan kecepatan akses data hingga arah *downlink* sebesar 300 Mbps dan arah *uplink* sebesar 75 Mbps. Pada jaringan LTE ini terdapat tiga komponen penting dalam arsitekturnya, yakni *User Equipment (UE)*, *Evelvod Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)* dan *Evolved Packet Core (EPC)* [1].



Gambar 1
Arsitektur LTE

B. Teknologi VoIP

Voice Over Internet Protocol (VoIP) adalah teknologi yang dapat mengirimkan paket suara yang biasa kita dengar saat berkomunikasi melalui jaringan *internet protocol (IP)*. Cara kerja VoIP yaitu sinyal analog yang biasa kita dengar dikonversi menjadi digital dengan menggunakan *Analog to Digital Converter (ADC)* dan akan dikirimkan melalui

jaringan dalam bentuk paket dengan *real time*. Setelah data digital tersebut sudah sampai ditujuan maka akann dikonversi kembali menjadi data analog dengan *Digital to Analog Converter* (DAC).

C. Bad Coverage

Dalam kegagalan saat melakukan komunikasi menggunakan VoIP ada beberapa hal yang menjadi penyebabnya, salah satunya *bad coverage*. Adapun beberapa jenis *bad coverage* yang bisa terjadipada jaringan eksisting [2]:

1. Weak Coverage

Terjadinya kualitas sinyal pada *cell* yang buruk. Akibatnya *user* tidak dapat berkomunikasi.

2. Coverage Hole

Pemutusan sambungan yang terjadi ketika *user* sedang melakukan panggilan. Hal ini dikarenakan karena daya terima *user* tidak mencapai batas

3. Cross Coverage

Hal ini terjadi ketika *user* terhubung pada *cell* yang salah

4. Lack of Dominant Cell

Hal ini akan terjadi pada saat *user* berada di zona dengan dua *cell* yang memiliki daya sinyal yang sama. Hal itu menyebabkan terjadinya *handover* secara terus menerus.

D. Parameter Analisis

1. RSRP

RSRP adalah rata-rata linier dari *resource elements* yang membawa *cell specific reference signal* pada pengukuran bandwidth yang dipertimbangkan [3]:

Tabel 1
Rentang nilai RSRP

RSRP (dBm)	Grade
-70 s/d 0	Sangat Baik
-70 s/d -80	Baik
-80 s/d -90	Cukup Baik
-90 s/d -101	Cukup Buruk
-150 s/d -110	Buruk

2. SINR

SINR adalah rasio perbandingan antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dan *noise* yang timbul.

Tabel 2
Rentang nilai SINR

SINR (dB)	Grade
>20 dB	Sangat Baik
>10 dB	Baik
>0 dB	Buruk

3. Throughput

Throughput yaitu bandwidth aktual yang diukur pada satuan waktu tertentu. Pada jaringan LTE ini menggunakan *mean troughput* yakni jumlah rata-rata bit yang diperoleh untuk semua terminal pada sebuah jaringan [4].

Tabel 3
Rentang nilai Throughput

Throughput (Kbps)	Grade
>65.000	Sangat Baik
40.000-65.000	Baik
10.000-40.000	Normal
5.000-10.000	Cukup Buruk
2.000-5.000	Buruk
<2.000	Sangat Buruk

E. Radio Link Budget

Radio link budget merupakan perhitungan untuk mendapatkan nilai estimasi maksimum dari pelemahan sinyal

yang diperbolehkan antara *mobile antenna* dengan *base station antenna*. Nilai maksimum tersebut dinamakan dengan *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL).

1. Maximum Allowable Path Loss (MAPL)

Untuk mendapatkan nilai MAPL pada arah DL, maka digunakan rumus sebagai berikut [5].

$$MAPL = EIRP_{DL} - S_{UE} - LNF - IM_{DL} - L_{pen} - L_{bodyloss} - G_{EU antenna}$$

Sedangkan untuk mendapat nilai MAPL pada arah UL, digunakan rumus sebagai berikut [7].

$$MAPL = EIRP_{UL} - S_{eNB} - LNF - IM_{UL} - L_{pen} - L_{bodyloss} - G_{eNB antenna} + G_{eNB TMA}$$

F. Model Propagasi Cost-231 Hata

Video Model propagasi COST-231 Hata ini adalah ekstensi dari model propagasi Okumura-Hata yang dikembangkan oleh European COST-231. Pada model COST-231 Hata ini dapat digunakan pada rentang frekuensi 1500-2000 MHz. Tugas Akhir ini menggunakan frekuensi 1850 MHz. Adapun penurunan dari model propagasi COST-231 Hata adalah sebagai berikut [6].

$$Cost231 = 46,3 + 33,9 \log(fc) - 13,82 \log(h_b) - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log(h_b)) \log(d) + C$$

G. Physical Tuning

Physical tuning ialah pengaturan yang dilakukan untuk merubah arah pancaran antena sektoral secara fisik supaya layanan yang diberikan oleh suatu jaringan lebih maksimal. *Physical tuning* ini teridir dari *tilting antnena*, *azimuth*, dan juga mengatur tinggi antena [7].

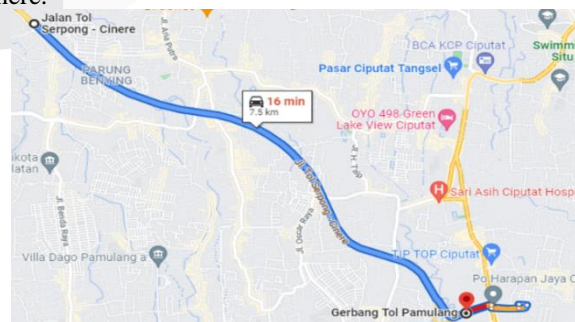
H. Power Configuration

Power Configuration adalah penambahan daya ketika *level* daya yang diterima oleh UE memiliki nilai yang minimum.

III. METODE

A. Kondisi Jalan Tol Serpong menuju Pamulang

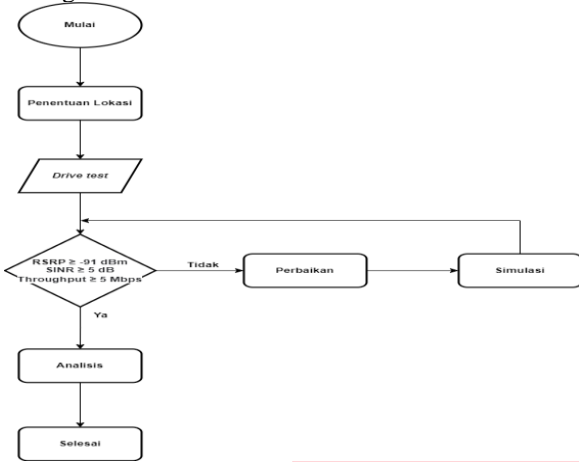
Tol serpong menuju pamulang ini yang merupakan bagian dari Tol Serpong-Cinere baru diresmikan pada tanggal 1 April 2021 yang memilik rute sepanjang 6,6 KM. Kawasan jalan Tol Serpong menuju Gerbang Tol Pamulang termasuk daerah sub-urban. Tol ini merupakan bagian dari jalan Tol Lingkar Luar Jakarta yang dikelola oleh PT Cinere Serpong Jaya (CSJ). Tol yang memilik panjang 10.24 KM ini memiliki dua seksi. Seksi satu sepanjang 6,6 KM dari kawasan Serpong menuju Pamulang, sedangkan untuk seksi dua sepanjang 3,64 KM dari kawasan Pamulang menuju Cinere.



Gambar 2
Jalur Tol Serpong-Pamulang

B. Diagram Alir Utama

Dalam merancang sistem ini, ada beberapa langkah yang terlibat dalam melakukan analisis data dan optimasi layanan VoIP di sepanjang jalan Tol Serpong menuju gerbang Tol Pamulang.



Gambar 3
Diagram alir

C. Pengukuran Kualitas Layanan VoIP

Pada *drive test* ini dilakukan pada saat mobil sedang melaju di jalan Tol Serpong – Cinere menuju gerbang Tol Pamulang pada jam sibuk yaitu jam 17.00 WIB dengan kecepatan mobil 60 KM/Jam. *Drive test* ini menggunakan *software* TEMS Pocket dan layanan VoIP menggunakan aplikasi *whatsapp*.

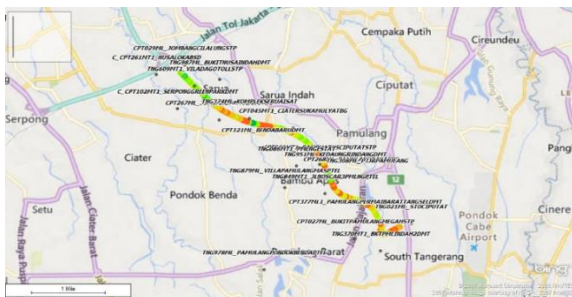
1. RSRP



Gambar 4
Data RSRP Hasil Drive Test

Masih banyak nilai dari parameter RSRP yang belum memenuhi target atau standar KPI. Karena masih terdapat nilai RSRP yang berada direntang nilai $< -120.00\text{ dBm}$ s.d. $\leq -110.00\text{ dBm}$ atau termasuk dalam kategori buruk sebanyak 44 titik dan pada rentang nilai $\leq -121.00\text{ dBm}$ atau kategori sangat buruk sebanyak 119 titik. Maka dari itu diperlukan perbaikan *coverage* jaringan agar dapat meningkatkan kualitas jaringan di area Kebun Raya Bogor.

2. SINR



Gambar 5

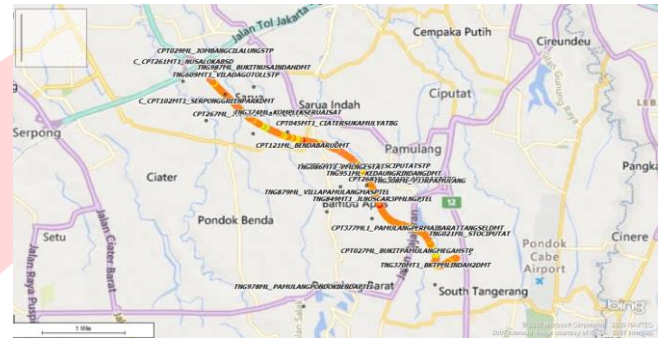
Data SINR Hasil Drive Test

Dari Gambar 5 persentase nilai SINR yang didapatkan dengan menggunakan TEMS Pocket mendapat hasil sebagai berikut.

1. Cukup buruk (0,00 s/d 5,00 dB) sebanyak 111 titik dengan persentase nilai sebesar 27,3 % yang ditandai dengan menggunakan warna kuning.
2. Buruk (0,00 s/d -20,00 dB) sebanyak 97 titik dengan persentase nilai sebesar 23,9 % yang ditandai dengan menggunakan warna jingga.

Dari hasil yang didapat bahwa masih banyak nilai SINR yang belum memenuhi standar KPI maka harus dilakukan perbaikan

3. Throughput



Gambar 6
Data Throughput Hasil Drive Test

Dari Gambar 6 persentase nilai *throughput* yang didapatkan dengan menggunakan TEMS Pocket mendapat hasil yang masih belum memenuhi standar KPI karena pada jalan Tol serpong menuju gerbangng tol pamulang masih terdapat di dalam nilai rentang buruk ($< 2000\text{ Kbps}$) sebanyak 92 titik yang ditandai warna merah, dan pada rentang cukup baik (2000 s/d 5000 Kbps) sebanyak 175 titik yang ditandai warna jingga.

D. Klasifikasi Kategori Bad Spot

Pada tugas akhir ini dibagi menjadi tiga wilayah *bad spot* setelah dilakukannya *drive test*, dimana tiap masing-masing *bad spot* dilayani oleh empat *site* dan tiap *site* terdiri dari tiga *transmitter*.

E. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan pada tugas akhir ini mnegacu pada langkah kerja sesuai diagram alir pada Gambar 3 Hasil yang didapatkan dari menggunakan *software* Actix Analyzer yang menjadi data acuan untuk dilakukamnya optimasi dengan tujuan agar emningkatnya kualotas sinyal agar bisa menyesuaikan dengan sytandar KPI operator.

Usulan perbaikan yang pertama pada Tugas Akhir ini adalah *physical tuning*. *Physical tuning* adalah pengaturan yang dilakukan mengubah arah antena secara fisik. Metode ini dilakukan dengan cara merubah arah antena, melakukan re-azimuth, dan penyesuaian tinggi antena, agar layanan yang akan diberikan oleh layanan lebih maskimal.

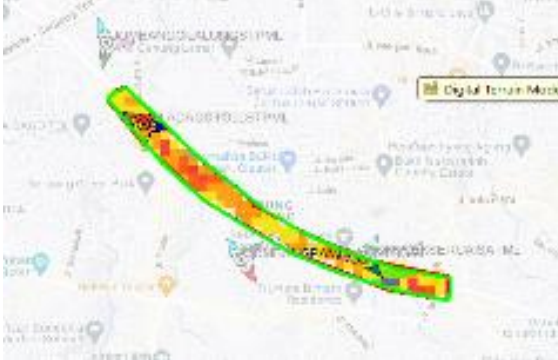
Usulan perbaikan yang kedua pada Tugas Akhir ini adalah *power configuration*. *Power configuration* adalah konfigurasi pada transmitter dengan mengatur besarnya pancaran daya kirim agar kualitas sinyal yang diterima oleh user lebih baik lagi.

Usulan perbaikan yang ketiga pada Tugas Akhir ini adalah penggabungan antara *physical tuning* dengan *power configuration*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

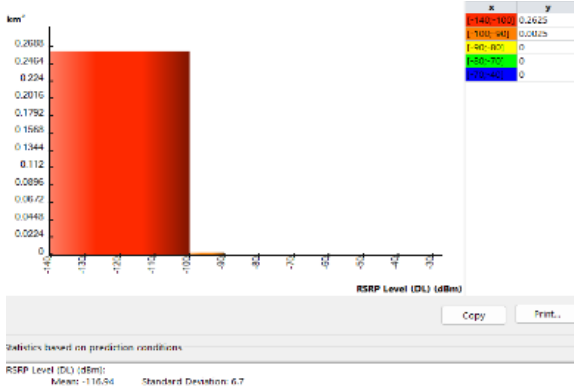
A. Analisis Kondisi Site Eksisting

Pada Tugas Akhir ini membahas mengenai perbaikan *coverage* jaringan pada layanan komunikasi VoIP menggunakan aplikasi *whatsapp* pada jaringan LTE. Perbaikan *coverage* ini dilakukan supaya meningkatkan performansi suatu jaringan yang kurang baik dengan melakukan analisis permasalahan yang terjadi sebelumnya. Hasil Pengujian *Bad Spot* 1 Sebelum Perbaikan



Gambar 7
Kondisi Area *Bad Spot* 1 Sebelum Perbaikan

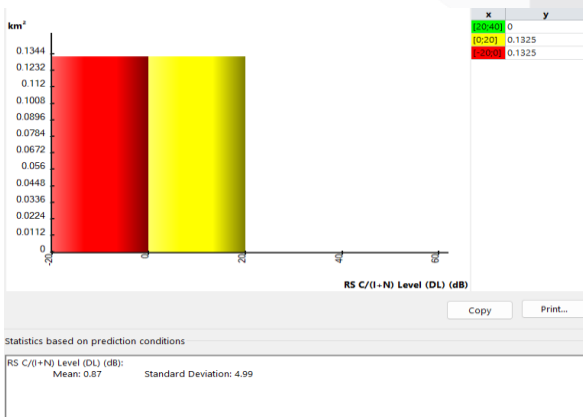
1. Nilai RSRP *Bad Spot* 1 Sebelum Perbaikan



Gambar 8
Nilai RSRP *Bad Spot* 1 Sebelum Perbaikan

Pada Gambar 8 memperlihatkan nilai RSRP sebelum perbaikan sebesar -116,94 dBm. Dari hasil tersebut bahwa nilai yang didapat masih belum memenuhi standar KPI operator.

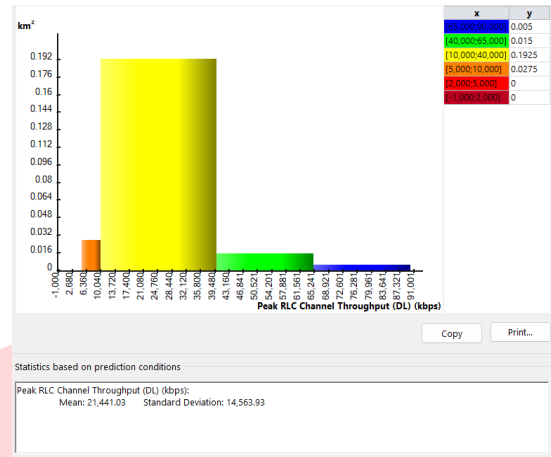
2. Nilai SINR *Bad Spot* 1 Sebelum Perbaikan



Gambar 9
Nilai SINR *Bad Spot* 1 Sebelum Perbaikan

Pada Gambar 9 memperlihatkan nilai SINR sebelum perbaikan sebesar 0,87 dB. Dari hasil tersebut bahwa nilai yang didapat masih belum memenuhi standar KPI operator.

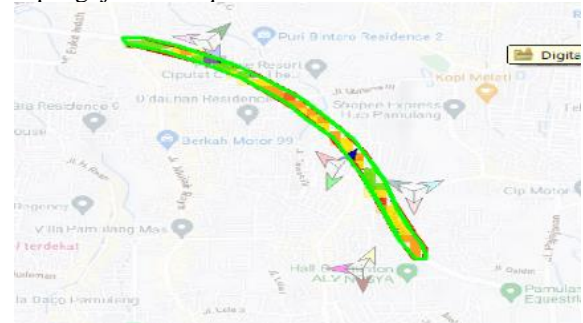
3. Nilai *Throughput Bad Spot* 1 Sebelum Perbaikan



Gambar 10
Nilai *Throughput Bad Spot* 1 Sebelum Perbaikan

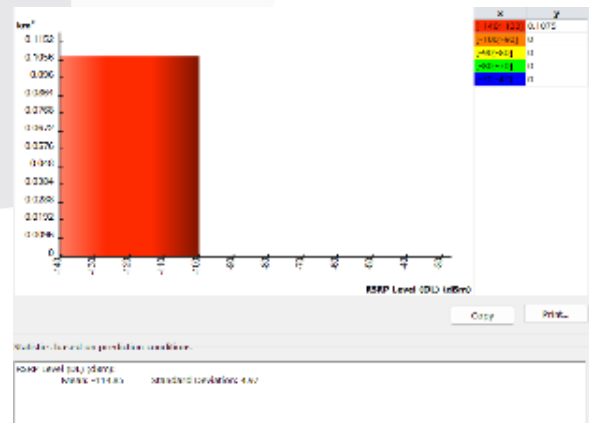
Pada Gambar 10 memperlihatkan nilai *throughput* sebelum perbaikan sebesar 21,441 Kbps. Dari hasil tersebut bahwa nilai yang didapat sudah memenuhi standar KPI operator. Namun nilai tersebut masih bisa dimaksimalkan lagi.

Hasil pengujian *Bad Spot* 2 Sebelum Perbaikan



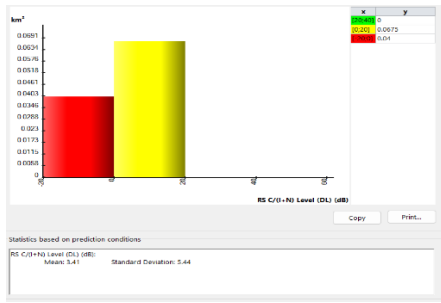
Gambar 11
Kondisi Area *Bad Spot* 2 Sebelum Perbaikan

1. Nilai RSRP *Bad Spot* 2 Sebelum Perbaikan



Gambar 12
Nilai RSRP *Bad Spot* 2 Sebelum Perbaikan
Pada Gambar 12 memperlihatkan nilai RSRP sebelum perbaikan sebesar -114,85 dBm.

2. Nilai SINR *Bad Spot* 2 Sebelum Perbaikan

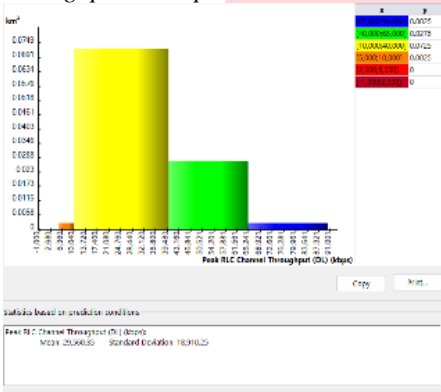


Gambar 13

Nilai SINR *Bad Spot* 2 Sebelum Perbaikan

Pada Gambar 13 memperlihatkan nilai SINR sebelum perbaikan sebesar 3,41 dB.

3. Nilai *Throughput* *Bad Spot* 2 Sebelum Perbaikan

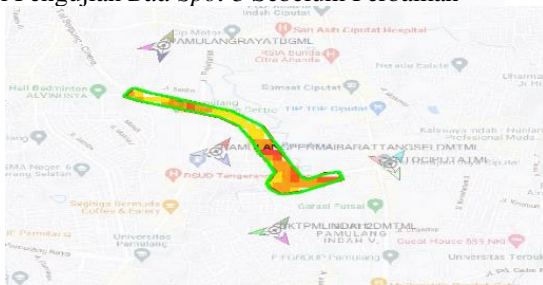


Gambar 14

Nilai *Throughput* *Bad Spot* 2 Sebelum Perbaikan

Pada Gambar 14 memperlihatkan nilai *Throughput* sebelum perbaikan sebesar 29.560 Kbps. Namun untuk mendapatkan nilai yang lebih maksimal maka perlu dilakukan perbaikan.

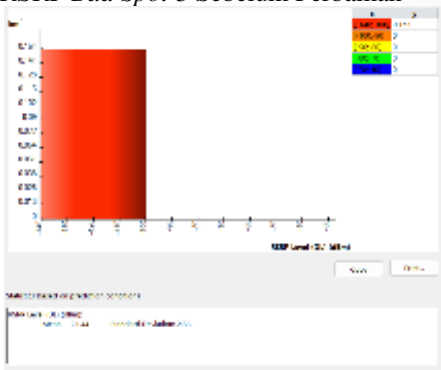
Hasil Pengujian *Bad Spot* 3 Sebelum Perbaikan



Gambar 15

Area Kondisi *Bad Spot* 3 sebelum Perbaikan

1. Nilai RSRP *Bad Spot* 3 Sebelum Perbaikan

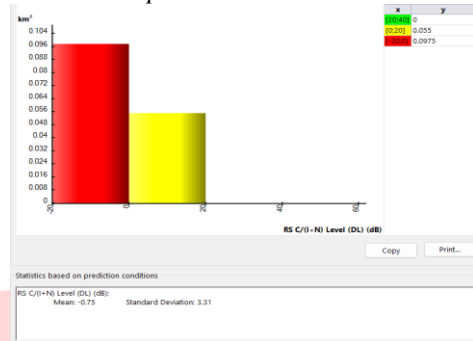


Gambar 16

Nilai RSRP *Bad Spot* 3 Sebelum Perbaikan

Pada Gambar 16 memperlihatkan nilai RSRP sebelum perbaikan sebesar -121,44 dBm. Dari hasil tersebut bahwa nilai yang didapat masih belum memenuhi standar KPI operator. Untuk memenuhi standar KPI maka perlu dilakukan perbaikan.

2. Nilai SINR *Bad Spot* 3 Sebelum Perbaikan

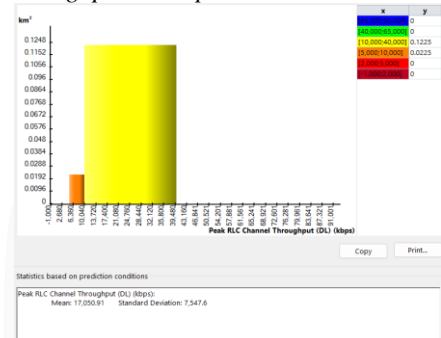


Gambar 17

Nilai SINR *Bad Spot* 3 Sebelum Perbaikan

Pada Gambar 17 memperlihatkan nilai SINR sebelum perbaikan sebesar -0,75 dB. Dari hasil tersebut bahwa nilai yang didapat masih belum memenuhi standar KPI operator.

3. Nilai *Throughput* *Bad Spot* 3 Sebelum Perbaikan



Gambar 18

Nilai *Throughput* *Bad Spot* 3 Sebelum Perbaikan

Pada Gambar 18 memperlihatkan nilai *Throughput* sebelum perbaikan sebesar 17.050 Kbps. Dari hasil tersebut bahwa nilai yang didapat sudah memenuhi standar KPI operator.

Hasil Parameter Seluruh *Bad Spot* Sebelum Perbaikan

Tabel 4

Hasil Parameter Seluruh *Bad Spot* Sebelum Perbaikan

Bad Spot	Parameter		
	RSRP	SINR	Throughput
Bad Spot 1	-116,94 dBm	0,87 dB	21,441 Kbps
Bad Spot 2	-114,85 dBm	3,41 dB	29,560 Kbps
Bad Spot 3	-121,44 dBm	-0,75 dB	17,050 Kbps

B. Analisis dan perbaikan *Bad Spot* 1

Nilai parameter RSRP, SINR, dan *throughput* pada area *bad spot* 1 masih belum maksimal dan belum sesuai dengan standar KPI operator

Perbaikan *Bad Spot* 1 Metode *Physical Tuning*

Setelah dilakukan percobaan perbaikan dengan menggunakan metode *physical tuning* pada *bad spot* 1 yaitu dengan cara mengubah tinggi antena dan merubah derajat arah pancar *transmitter*, didapatkan hasil nilai parameter RSRP sebesar -113,86 dBm, nilai parameter SINR sebesar 3,97 dB, dan nilai parameter *throughput* sebesar 32.394 Kbps.

Perbaikan *Bad Spot* 1 Metode *Power Configuration*

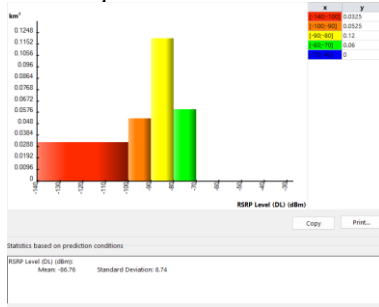
Setelah dilakukan percobaan perbaikan dengan menggunakan metode *power configuration* pada *bad spot* 1

yaitu dengan cara mengubah tinggi antenna dan merubah derajat arah pancar *transmitter*, didapatkan hasil nilai parameter RSRP sebesar -89,27 dBm, nilai parameter SINR sebesar 11,61 dB, dan nilai parameter *throughput* sebesar 68,944 Kbps.

Perbaikan *Bad Spot* 1 Metode *Physical Tuning* dan *Power Configuration*

Untuk mengatasi permasalahan tidak terpenuhinya nilai parameter dari RSRP dan SINR yang didapatkan dari uji coba skenario pertama dan skenario kedua, maka pada skenario ketiga dilakukan perbaikan dengan metode penggabungan antara metode *physical tuning* dengan *power configuration*

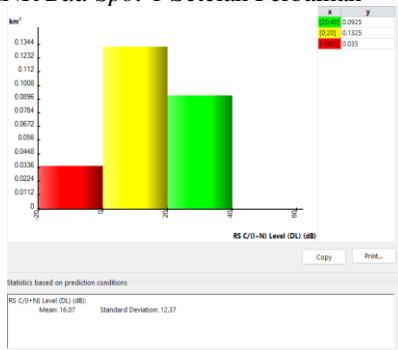
1. Nilai RSRP *Bad Spot* 1 Setelah Perbaikan



Gambar 19
Nilai RSRP *Bad Spot* 1 Setelah Perbaikan

Berdasarkan Gambar 19 perubahan nilai RSRP dengan menggunakan skenario penggabungan antara metode *physical tuning* dengan *power configuration* yang dilakukan dengan menggunakan *software* Atoll didapatkan nilai RSRP sebesar -86,76 dBm.

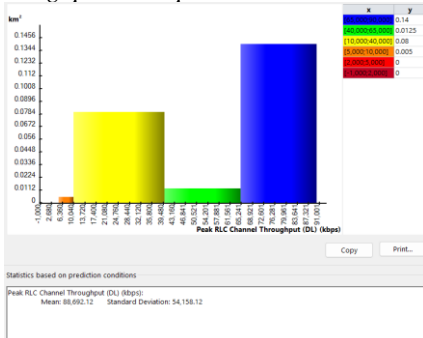
2. Nilai SINR *Bad Spot* 1 Setelah Perbaikan



Gambar 20
Nilai SINR *Bad Spot* 1 setelah perbaikan

Berdasarkan Gambar 20 perubahan nilai SINR dengan menggunakan skenario penggabungan antara metode *physical tuning* dengan *power configuration* yang dilakukan dengan menggunakan *software* Atoll didapatkan nilai SINR sebesar 16,07 dB.

3. Nilai *throughput* *Bad Spot* 1 Setelah Perbaikan



Gambar 21
Nilai *Throughput* *Bad Spot* 1 Setelah Perbaikan

Berdasarkan Gambar 21 perubahan nilai *throughput* dengan menggunakan skenario penggabungan antara metode *physical tuning* dengan *power configuration* yang dilakukan dengan menggunakan *software* Atoll didapatkan nilai *throughput* sebesar 88.692 Kbps.

C. Analisis dan Perbaikan *Bad Spot* 2

Nilai parameter RSRP, SINR, dan *throughput* pada area *bad spot* 2 masih belum maksimal dan belum sesuai dengan standar KPI operator

Perbaikan *Bad Spot* 2 Metode *Physical Tuning*

Setelah dilakukan percobaan perbaikann dengan menggunakan metode *physical tuning* pada *bad spot* 2 yaitu dengan cara mengubah tinggi antenna dan merubah derajat arah pancar *transmitter*, didaptkan hasil nilai parameter RSRP sebesar -112,56 dBm, nilai parameter SINR sebesar 6,2 dB, dan nilai parameter *throughput* sebesar 42.650 Kbps.

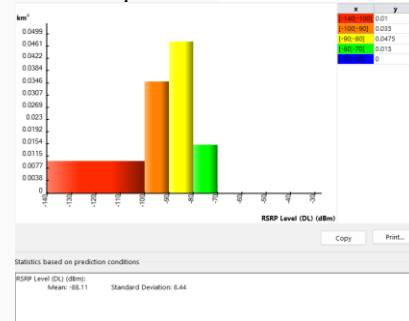
Perbaikan *Bad Spot* 2 Metode *Power Configuration*

Setelah dilakukan percobaan perbaikan dengan menggunakan metode *power configuration* pada *bad spot* 2 yaitu dengan cara mengubah tinggi antenna dan merubah derajat arah pancar *transmitter*, didaptkan hasil nilai parameter RSRP sebesar -89,71 dBm, nilai parameter SINR sebesar 12,62 dB, dan nilai parameter *throughput* sebesar 78.527 Kbps.

Perbaikam *Bad Spot* 2 Metode *Physical Tuning* dan *Power Configuration*

Untuk mengatasi permasalahan tidak terpenuhinya nilai parameter dari RSRP dan SINR yang didapatkan dari uji coba skenario pertama dan skenario kedua, maka pada skenario ketiga dilakukan perbaikan dengan metode penggabungan antara metode *physical tuning* dengan *power configuration*.

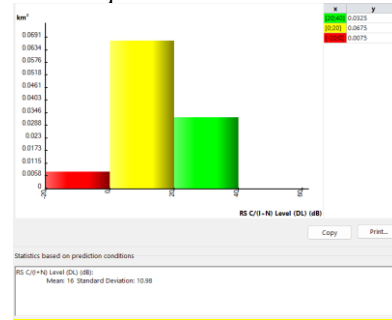
1. Nilai RSRP *Bad Spot* 2 Setelah Perbaikan



Gambar 22
Nilai RSRP *Bad Spot* 2 Setelah Perbaikan

Berdasarkan Gambar 22 perubahan nilai RSRP dengan menggunakan skenario penggabungan antara metode *physical tuning* dengan *power configuration* yang dilakukan dengan menggunakan *software* Atoll didapatkan nilai RSRP sebesar -88,11 dBm.

2. Nilai SINR *Bad Spot* 2 Setelah Perbaikan



Gambar 23
Nilai SINR *Bad Spot* 2 Setelah Perbaikan

		SINR	0,87 dB	3,97 dB	Belum Memenuhi	356,32%
		throughput	21.441 Kbps	32.394 Kbps	Memenuhi	51,08%
		RSRP	-114,85 dBm	-112,56 dBm	Belum Memenuhi	1,99%
	Bad Spot 2	SINR	3,41 dBm	6,2 dB	Belum Memenuhi	81,81%
		throughput	29.560 Kbps	42.650 Kbps	Memenuhi	44,28%
		RSRP	-121,44 dBm	-117,32 dBm	Belum Memenuhi	3,39%
	Bad Spot 3	SINR	-0,75 dB	3,09 dB	Belum Memenuhi	312%
		throughput	17.050 Kbps	26.016 Kbps	Memenuhi	52,58%
		RSRP	-116,94 dBm	-89,76 dBm	Memenuhi	23,33%
Power Configuration	Bad Spot 1	SINR	0,87 dB	11,61 dB	Belum Memenuhi	1234,4%
		throughput	21.441 Kbps	68.944 Kbps	Memenuhi	221,55%
		RSRP	-114,85 dBm	-89,71 dBm	Memenuhi	21,88%
Power Configuration	Bad Spot 2	SINR	3,41 dB	12,62 dB	Belum Memenuhi	270,08%
		throughput	29.560 Kbps	78.527 Kbps	Memenuhi	165,65%
		RSRP	-121,44 dBm	-95,46 dBm	Belum Memenuhi	21,39%
	Bad Spot 3	SINR	-0,75 dB	11,12 dB	Belum Memenuhi	1382,6%
		throughput	17.050 Kbps	58.819 Kbps	Memenuhi	244,97%
		RSRP	-116,94 dBm	-86,76 dBm	Memenuhi	25,80%
Penggabungan	Bad Spot 1	SINR	0,87 dBm	16,07 dB		1747,12%
		throughput	21.441 Kbps	88.692 Kbps		313,65%
		RSRP	-114,85 dBm	-88,11 dBm	Memenuhi	23,28%

Tabel 6 Hasil Rekapitulasi Seluruh Bad Spot (Lanjutan)

Methode	Bad Spot	Parameter	Before	After	Kesimpulan	Persentase Kenaikan
Penggabungan	Bad Spot 2	RSRP	-114,85 dBm	-88,11 dBm	Memenuhi	23,28%
		SINR	3,41 dB	16,00 dB		369,2%

		throughput	29.560 Kbps	89.010 Kbps		201,1%
Bad Spot 3		RSRP	-121,44 dBm	-90,8 dBm	Memenuhi	25,23%
		SINR	-0,75 dBm	16,01 dBm		
		throughput	17.050 Kbps	88,385 Kbps		2034,6%
						418,3%

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 hasil optimasi pada Jalan Tol Serpong menuju Gerbang Tol Pamulang dengan menggunakan tiga skenario mendapatkan peningkatan nilai dari parameter RSRP, SINR dan *throughput* dengan hasil terbaik dengan menggunakan skenario ketiga yaitu skenario penggabungan antara *physical tuning* dengan *power configuration* dengan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan dua skenario yang lainnya.

V. KESIMPULAN

Hasil perbaikan dari skenario pertama dengan menggunakan metode *physical tuning* mengalami peningkatan yang kurang bagus pada RSRP, SINR, dan *throughput*. Dapat dilihat bahwa nilai parameter RSRP dan SINR belum memenuhi standar operator, sedangkan untuk parameter *throughput* sudah terpenuhi.

Hasil perbaikan dari skenario kedua dengan menggunakan metode *power configuration* mengalami peningkatan yang kurang bagus. Dapat dilihat bahwa nilai parameter RSRP hanya beberapa yang memenuhi dan SINR belum memenuhi standar operator, sedangkan untuk parameter *throughput* sudah terpenuhi.

Hasil perbaikan dari skenario ketiga dengan menggunakan metode penggabungan antara *physical tuning* dengan *power configuration* mengalami peningkatan yang bagus. Dapat dilihat bahwa nilai parameter RSRP, SINR, dan *throughput* sudah memenuhi standar operator.

Dari 3 skenario yang telah dilakukan bisa disimpulkan bahwa skenario penggabungan adalah skenario yang paling baik karena bisa dilihat dari hasil akhir simulasi seluruh nilai parameter pada skenario penggabungan meningkat dan memenuhi target KPI dibandingkan dengan 2 skenario lainnya.

REFERENSI

- [1] I. Gemiharto, "TEKNOLOGI 4G-LTE DAN TANTANGAN KONVERGENSI MEDIA INDONESIA," Universitas Padjajaran, 2015.
- [2] ZTE CORPORATION, LTE Coverage Optimazation, Shenzeng: ZTE Confidential Proprietary, 2016.
- [3] A. Hikmaturokhman, L. Wardana, B. Fernando, G. Mahardika, and S. Dharmanto, 4g handbook edisi bahasa indonesia jilid 2, Jakarta: Penerbit Nulis Buku, 2015, pp. 45-62.
- [4] A. ELNashar, M. A. El-Saidny, and M. Sherif, Design, deployment and performance of 4G-LTE networks: A practical approach, 2014.
- [5] A. Kukushkin, Introduction to mobile network engineering: GSM, 3GWCMDA, LTE and the road to 5G, John Wiley & Sons, 2018.

- [6] U. K. Usman, G. Prihatmoko, D. K. Hendraningrat, and S. D. Purwanto, *Fundamental Teknologi Seluler LTE (Long Term Evolution)*, Bandung: Rekayasa Sains, 2012.
- [7] E. Permata Sari, U. Kurniawan Usman, and N. Andini, "Analisa Perbaikan Coverage Area Jaringan LTE Pada Jalur Atas Tanah (Asean – Lebak Bulus) Di Jalur Mass Rapid Transit (MRT) Jakarta," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, Vols. 3,2, 2020.

