

PERANCANGAN LAYANAN *STREAMING VIDEO* PADA JARINGAN LTE DI TOL JAPEK

VIDEO STREAMING SERVICES PLANNING ON LTE NETWORK IN JAPEK TOLL

Annisa Nurrahmi¹, Uke Kurniawan Usman², Nur Andini³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹annisanurrahmi@student.telkomuniversity.ac.id, ²ukeusman@telkomuniversity.ac.id,

³nurandini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Jalan tol Jakarta-Cikampek merupakan jalan tol yang baru saja diresmikan di Indonesia pada 12 Desember 2019. Jalan tol tersebut merupakan salah satu akses cepat dari Jakarta menuju Bandung maupun sebaliknya. Pada saat ini, jalan tol tersebut mengalami kepadatan pengguna jalan yang tentu saja sangat berpengaruh pada kualitas layanan data di sepanjang jalan tol. Hampir seluruh aktivitas manusia sangat membutuhkan kualitas layanan data yang baik, hal ini tentu saja membuat ketidaknyamanan pengguna yang merasakan kesulitan dalam berkomunikasi ataupun beraktivitas.

Tugas Akhir ini melakukan usulan perbaikan layanan *streaming video* pada jaringan *Long Term Evolution* (LTE). Hasil *drive test* yang dilakukan di sepanjang jalur tol menggunakan *software*, terdapat pelemahan sinyal yang berada di ambang batas KPI. Data-data yang telah didapatkan melalui *drive test* digunakan untuk perhitungan *capacity planning* dan *coverage planning*. Kemudian dilakukan analisis terhadap data-data tersebut dengan beberapa parameter yaitu *Reference Signal Received Power* (RSRP), *throughput*, *Signal to Interference plus Noise Ratio* (SINR), *BLER* (*Block Error Ratio*) dan *User Not Connected*. Usulan yang diberikan untuk memperbaiki layanan *streaming video* adalah *physical tuning* dan *carrier aggregation*.

Dari hasil analisis, didapatkan nilai rata-rata RSRP sebesar -92,46 dBm yang mengalami peningkatan menjadi -75,99 dBm setelah dilakukan perbaikan. Nilai rata-rata SINR yang didapatkan sebesar 7,84 dB setelah dilakukan perbaikan mengalami peningkatan menjadi 8,77 dB. Sedangkan untuk nilai *throughput* mengalami peningkatan dari 26,88 Kbps menjadi 31,459 Kbps. Serta jumlah *user not connected* yang didapatkan dari jaringan eksisting sebesar 203 *user*, mengalami peningkatan setelah dilakukan perbaikan jaringan menjadi 2 *user*.

Kata Kunci : *Streaming Video, capacity planning, coverage planning, RSRP, SINR, Throughput, user not connected, BLER dan Tol Layang Japek.*

Abstract

The Jakarta-Cikampek toll road is a toll road that was inaugurated in Indonesia on December 12, 2019. This toll road is one of the quick accesses from Jakarta to Bandung and vice versa. At present, the toll road is experiencing a density of road users which of course greatly affects the quality of data services along the toll road. Almost all human activities need good quality data services, of course, makes users uncomfortable who find it difficult to communicate or do activities.

This final project proposes improvements to the video streaming service on the Long Term Evolution (LTE) network. The results of the drive tests carried out along toll lanes using software show signal attenuation that is at the KPI threshold. The data that has been obtained through a driving test is used to calculate capacity planning and coverage planning. Then an analysis of these data is carried out with several parameters, namely, Reference Signal Received Power (RSRP), throughput, Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR), BLER (Block Error Ratio) and, User Not Connected. The proposals given to improve the video streaming service are physical tuning and carrier aggregation.

From the analysis, it was found that the average RSRP value was -92.49 dBm which increased to -75.99 dBm after repairs were made. The SINR average value obtained was 7.84 dB after the repair had increased to 8.77 dB. Meanwhile, the throughput value increased from 26.88 Kbps to 31.459 Kbps, and the BLER value was 0.02%. As well as the number of not connected users obtained from the existing network of 203 users, had increase after repairing the network to 2 users.

Keywords: *Streaming Video, capacity planning, coverage planning, RSRP, SINR, Throughput, user not connected, BLER and Japek Elevated.*

1. Pendahuluan

Penggunaan layanan data tidak terlepas dari setiap aktivitas manusia, kualitas layanan data khususnya Video Streaming yang menggunakan teknologi 4G LTE yang baik pun tentu saja dibutuhkan manusia dimanapun ia berada termasuk pada saat berada di jalanan.

Berdasarkan perancangan jaringan menggunakan metode *capacity planning* dan *coverage planning* di Tol

JAPEK[1], untuk memberikan layanan 4G LTE di sepanjang jalur tersebut memerlukan 4 *site* arah *uplink* dan 17 *site* arah *downlink* dengan metode *capacity planning* dan 8 *site* dengan metode *coverage planning*. [1]

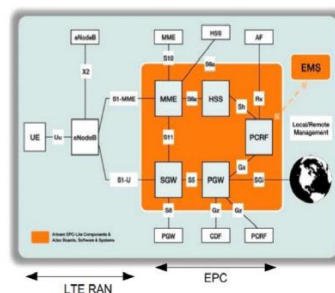
Keluaran yang dihasilkan dari penelitian ini adalah untuk memperbaiki kualitas layanan data 4G LTE khususnya *video streaming* pada Tol Layang Jakarta-Cikampek (JAPEK) dengan parameter pendukung seperti RSRP, Sign to Interference Noise Ratio (SINR) dan *Troughput*. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam melakukan streaming video selama berada di Tol tersebut.

2. Dasar Teori dan Metodologi

A. Teknologi Long Term Evolution (LTE)

Generasi keempat teknologi telekomunikasi seluler atau nirkabel adalah *Long Term Evolution* (LTE). Berdasarkan standar dari 3GPP, LTE memiliki kecepatan *uplink* sebesar 50 megabit per detik (Mbps) serta memiliki kecepatan *downlink* sebesar 100 Mbps, jumlah kecepatan yang dimiliki LTE tentu saja lebih besar dari generasi sebelumnya. Dalam mentransmisikan sinyal, *bandwith* yang dibutuhkan LTE sebesar 1,4 MHz hingga 20 MHz. Penggunaan *multiple-antenna*, fleksibel dalam menggunakan *bandwith* operasi dan mampu terhubung dengan teknologi sebelumnya, tentu saja teknologi LTE mampu untuk mendukung hal tersebut. Berikut merupakan penjelasan tentang arsitektur LTE secara umum, yaitu [1]:

1. *User Equipment* (UE)
2. *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network* (E-UTRAN)
Fungsi radio E-UTRAN adalah *Radio Resource Management*, *Header Compression*, *Security*, *Positioning*, *Connectivity to the EPC*
3. *Evolved Packet Core* (EPC) terdiri dari *Mobility Management Entity* (MME), *Policy and Charging Rules Function* (PCRF), *Home Subscriber Server* (HSS), *Serving Gateway* (SGW), *Packet Data Network Gateway* (PDN GW/P-GW).



Gambar 1 Arsitektur LTE [1]

B. BASE TRANSCIEVER STATION (BTS)

Base Tranceiver Station (BTS) memiliki sel yang dapat melayani satu *site*, di dalam satu *site* biasanya memiliki lebih dari satu sel. *Site* terdiri dari sebuah menara (tower), antena dan *shelter*. Fungsi dari BTS sendiri ialah sebagai antena pemancar dan penerima yang mampu memberikan pelayanan radio kepada *Mobile Station* ataupun *Mobile handphone* [2].

C. Perencanaan Jaringan LTE

Pada perencanaan jaringan LTE terbagi atas 2 bagian yaitu [1]:

a. Capacity Planning

Adapun parameter-parameter yang dibutuhkan dalam *capacity planning* yaitu [1] :
Forecasting Number Of User, *Service Model Parameter*, *Throughput/Session*, *Traffic Model Parameter*, *Peak to Avarage Radio* (PAR), *Single User Throughput* (SUT), *Network Throughput for Network*, *Cell Capacity*, *Cell Avarage Throughput*, *Number of Site*.

b. Coverage Planning

Coverage Planning digunakan dalam menentukan jumlah *site* yang dibutuhkan untuk menyediakan layanan dengan luas cakupan tertentu.

D. Parameter Analisis

Adapun beberapa parameter analisis yang digunakan dalam optimasi teknologi *video streaming* di jaringan 4G LTE yaitu [1] :

a. Throughput

Throughput merupakan jumlah bit per-satuan waktu yang diterima oleh suatu terminal tertentu dalam sebuah jaringan.

Untuk mendapatkan nilai *throughput*, dapat digunakan persamaan berikut [1] :

$$TS = BR * ST * SD \left[\frac{1}{1-BLER} \right]$$

b. Signal to Interference Plus Noise Ratio (SINR)

SINR adalah rasio dari sinyal utama berbanding dengan interferensi sinyal utama dan noise dari sinyal yang diterima hal ini berfungsi untuk menentukan kualitas sinyal.

Berikut merupakan persamaan dari SINR yaitu [1].

$$SINR = \frac{P}{1 + N}$$

c. RSRP

RSRP merupakan daya rata-rata pada *resource element* yang membawa *reference* signal. RSRP berfungsi memberikan informasi ke UE mengenai kuat sinyal [3].

Untuk mendapatkan nilai *RSRP*, dapat digunakan persamaan berikut [1] :

$$RSRP (dBm) = RSSI (dBm) - 10 \log(12Nprb)$$

d. BLER

Block Error Rasio (BLER) adalah rasio antara total error block dengan total block dari keseluruhan data digital yang dikirimkan dalam proses transmisi.

E. Drivetest

Drive test dilakukan dalam optimasi jaringan radio. Drive test memiliki tujuan untuk mengumpulkan informasi yang ada di lapangan. Informasi yang dikumpulkan merupakan kondisi aktual Radio Frekuensi (RF) di suatu eNodeB [4].

F. Carrier Aggregation

Metode yang diadopsi pada teknologi LTE Advanced dengan tujuan meningkatkan data rate yang diterima oleh pengguna disebut *Carrier Aggregation*.

G. Physical tuning

Physical tuning adalah pengaturan/penyetelan untuk merubah arah pancar antena sectoral secara fisik.

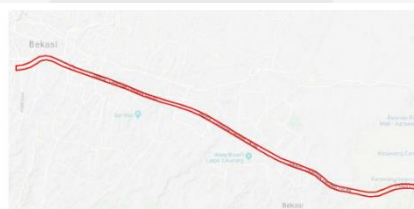
3 Perancangan Sistem Dan Perbaikan Coverage Area

A. Kondisi Jalan Tol Cikampek dan Jalur Tol Layang Japek

Jalan tol Cikampek yang dibangun pada tanggal 19 November 1988 memiliki titik awal di Cawang dan titik akhir di Cikampek. Jalan tol tersebut memiliki panjang sebesar 73 km. Perkembangan dilakukan dengan menambah bagian dari jalan tol Jakarta-Cikampek yang disebut dengan tol Cikampek *elevated* sepanjang 189 km. Detail Tol Cikampek Elevated dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 1 Detail Tol Cikampek Elevated

Mulai	Tujuan Akhir	Panjang Jalur	Luas Jalur	Ruas Jalur
Simpang susun Cikunir	Karawang Barat	39 km	4 Lajur (2 lajur setiap arah)	km 9 – km 48

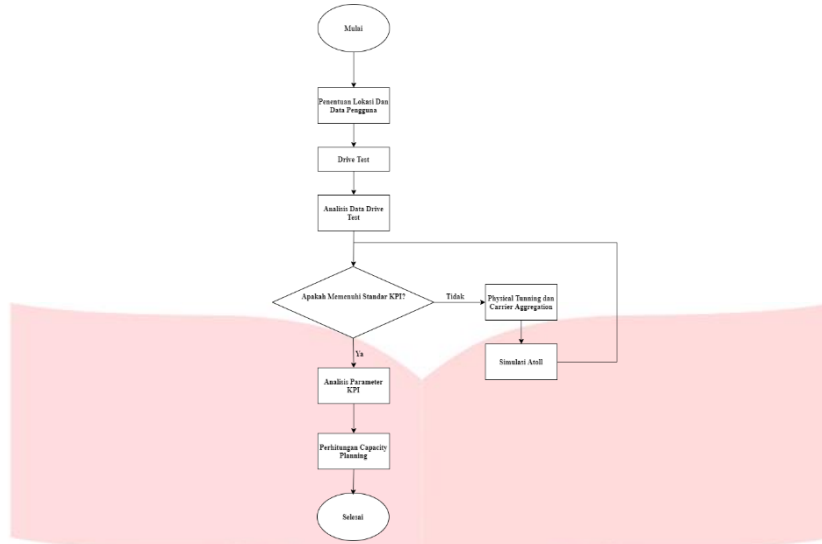


Gambar 2 Jalur Tol Cikampek Elevated

Gambar 2 merupakan gambar rute tol Jakarta-Cikampek km 9 sampai km 48 digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini. Data tersebut menjadi faktor perhitungan *planning* untuk jalan tol Cikampek *elevated*. Jalan layang ini memiliki titik awal di simpang susun cikunir dan titik akhir di gerbang tol Karawang Barat dengan panjang sekitar 39 km (km 9 sampai dengan km 48).

B. Desain Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisa data, kemudian perancangan jaringan LTE untuk jalur tol Cikampek *elevated* dengan menggunakan metode *capacity planning* dan *coverage planning*. Telkomsel menjadi provider yang digunakan pada perancangan ini. Blok diagram dari perancangan ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Blok Diagram Alur Perencanaan Optimasi

Pada jalur tol Jakarta-Cikampek *Elevated* dengan ruas km 9 hingga km 48 merupakan model simulasi yang digunakan pada Tugas Akhir ini.

C. Hasil Drive Test

Melakukan *Drive Test* dengan keadaan mobil yang sedang melaju di sepanjang jalur Tol Layang Japek. *Drive Test* dilakukan pada KM 9 sampai dengan KM 48 pada pukul 17.10 – 17.55 WIB.

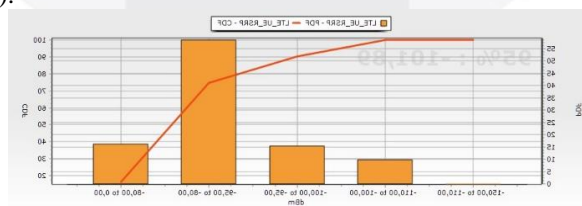
a. RSRP

Nilai RSRP yang ditampilkan pada Gambar 4 merupakan hasil dari *Drive Test* pada Tol Layang Japek yang menggunakan *software* TEMS pocket.



Gambar 4 Hasil Analisis RSRP pada Actix Analyzer

Berdasarkan Gambar 4, nilai RSRP dapat di presentasikan menggunakan *software* Actix Analyzer sebagai berikut: *Very good* (-80 s/d 0 dBm) didapatkan sebanyak 300 titik dengan presentase sebesar 15,0% dan diberikan tanda dengan biru tua (●), *Good* (-95 s/d -80 dBm) didapatkan sebanyak 1194 titik dengan presentase sebesar 59,9% dan diberikan tanda dengan warna hijau (●), *Average* (-100 s/d -95 dBm) didapatkan sebanyak 312 titik dengan presentase sebesar 15,6% dan diberikan tanda dengan warna kuning (●), *Poor* (-110 s/d -100 dBm) didapatkan sebanyak 187 titik dengan presentase sebesar 9,4% dan diberikan tanda dengan warna merah muda (●), *Very Poor* (-150 s/d -110 dBm) didapatkan sebanyak 1 titik dengan presentase sebesar 0,1% dan diberikan tanda dengan warna merah (●).



Gambar 5 Hasil Pengolahan RSRP dalam grafik PDF dan CDF

Gambar 5 yang menampilkan grafik PDF dan CDF, maka perlu dilakukannya perbaikan jaringan pada poin 4 (-110 s/d -100 dBm) dan poin 5 (-150 s/d -110 dBm) karena pada poin tersebut nilai RSRP yang dihasilkan rendah. Solusi yang ditawarkan pada perbaikan jaringan tersebut adalah *physical tuning* dan *power configuration*.

b. SINR

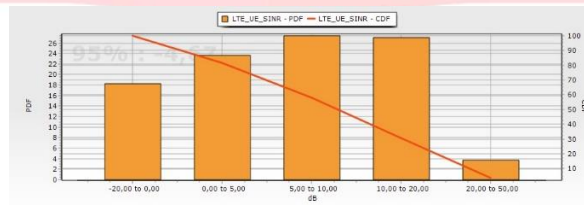
Nilai SINR yang ditampilkan pada Gambar 5 merupakan hasil dari *Drive Test* pada Tol Layang Japek yang

menggunakan *software* TEMS pocket. Hasil dari *Drive Test* tersebut kemudian dilakukan analisis pada *software* Actix Analyzer.



Gambar 6 Hasil Analisis SINR pada Actix Analyzer

Berdasarkan Gambar 6, nilai SINR dapat di presentasikan menggunakan *software* Actix Analyzer sebagai berikut : *Very good* (20 s/d 50 dB) didapatkan sebanyak 62 titik dengan presentase sebesar 3,1% dan diberikan tanda dengan biru tua (●), *Good* (10 s/d 20 dB) didapatkan sebanyak 507 titik dengan presentase sebesar 25,4% dan diberikan tanda dengan warna hijau(●), *Average* (5 s/d 10 dB) didapatkan sebanyak 571 titik dengan presentase sebesar 28,6% dan diberikan tanda dengan warna kuning(●), *Poor* (0 s/d 5 dB) didapatkan sebanyak 492 titik dengan presentase sebesar 24,7% dan diberikan tanda dengan warna merah muda (●), *Very Poor* (-20 s/d 0 dB) didapatkan sebanyak 362 titik dengan presentase sebesar 18,2% dan diberikan tanda dengan warna merah (●).



Gambar 7 Hasil Pengolahan SINR dalam grafik PDF dan CDF

Gambar 7 yang menampilkan grafik PDF dan CDF, maka perlu dilakukannya perbaikan jaringan pada poin 4 (0,00 s/d 6,00 dB) dan poin 5 (0,00 s/d -20,00 dB) karena pada poin tersebut nilai SINR yang dihasilkan rendah. Solusi yang ditawarkan pada perbaikan jaringan tersebut adalah *physical tuning* dan *power configuration*.

c. Throughput

Nilai *throughput* yang ditampilkan pada Gambar 8, merupakan hasil dari *Drive Test* pada Tol Layang Japek yang menggunakan *software* TEMS pocket. Hasil dari *Drive Test* tersebut kemudian dilakukan analisis pada *software* Actix Analyzer.



Gambar 8 Hasil Analisis Throughput pada Actix Analyzer

Nilai *throughput* yang memenuhi standar KPI merupakan nilai yang dihasilkan dengan >12000 Kbps atau 12 Mbps namun berdasarkan gambar 8, dapat dilihat bahwa nilai *throughput* yang dihasilkan dan ditandai dengan warna (●) rendah dan tidak memenuhi standar KPI.



Gambar 9 Hasil Pengolahan throughput dalam grafik PDF dan CDF

Gambar 9, yang menampilkan grafik PDF dan CDF, maka perlu dilakukannya perbaikan jaringan pada nilai-nilai *throughput* yang masih rendah.

D. Capacity Planning

a. Forecasting Jumlah Pelanggan

Forecasting merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memprediksi jumlah pelanggan pada tahun yang dibutuhkan. Hasil forecasting berdasarkan data yang telah dikumpulkan terdapat pada tabel Tabel 5.

Tabel 2 Forecasting penggunaan tol

Jumlah Pengguna Tol Cikampek 2020	237,870,693
Jumlah Penduduk Kota Bekasi 2020	3,083,644
Jumlah Penduduk Kabupaten Karawang 2020	2,370,488
Jumlah Pengguna + Penduduk 2023/Hari	304,717
Jumlah Pengguna Operator (Market Share 59,20%)	180,392
Penetrasi Layanan LTE (60%)	108,235

b. Trafik dan Model Layanan

Menentukan parameter dalam trafik dan model layanan yang digunakan dalam perencanaan jaringan bertujuan agar *throughput* yang didapatkan maksimal. Kecepatan minimal yang diterima oleh pengguna disebut juga *single user throughput*. *Single user throughput* juga dapat ditentukan melalui parameter trafik dan model layanan. Pada perencanaan jaringan tersebut menggunakan tipe daerah urban.

Tabel 3 Perhitungan Network Throughput pada daerah Urban

Item	Tol Layang Japek	
	Uplink	Downlink
Total Target User	108.235	
SUT (Kbps)	9,51	31,11
Network Throughput (IP Layer) (Kbps)	1.029.314,85	3.937.589,3
Network Throughput (IP Layer) (Mbps)	1029,31	3937,58
Network Throughput (MAC Layer) (Mbps)	1050,31	4.017,34

Jumlah *site* yang diperlukan dapat dihitung berdasarkan *throughput* yang telah didapat dan jumlah *user*.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Kapasitas Cell

Item	Uplink	Downlink
Wide Area (Km ²)	39	
Total Users	108.235	
Network Throughput (MAC Layer) (Mbps)	1.050,31	4.017,34
Cell Average Throughput (Mbps)	81,79	68,16
Site Capacity (Mbps)	245,38	204,48
Number of Site	5	20
Number of Users per Site	21.647	5.412
Cell Coverage (Km ²)	7,80	1,95
Cell Radius (Km)	1,24	0,62
Cell Radius (Atoll) (Km)	1,00	0,50

E. Coverage Planning

a. Uplink Calculation

Terdapat UE dari arah *uplink* yang ditentukan melalui persamaan (2.16) menghasilkan arah *uplink power receiver* atau *sensitivity* (RS) adalah 127,52. Dari nilai tersebut, maka dapat ditentukan nilai *minimum signal reception strength* (MSRS) *uplink* melalui persamaan (2.18), yaitu 113,52 dBm.

Kemudian didapat persamaan untuk MAPL (Maximum Allowable Path Loss) untuk arah *uplink* dengan perhitungan link budget sebesar -130,33 dB.

b. Downlink Calculation

Dengan menggunakan persamaan (2.13), maka dapat dilakukan perhitungan *Equivalent Isotropic Radiated Power* (EIRP) subcarrier pada arah *downlink* adalah 30,21 dBm. Melalui persamaan (2.16) maka dapat dilakukan perhitungan *Receiver Sensitivity* (RS) pada arah *downlink* adalah -134,239 dBm. Kemudian didapat persamaan untuk MAPL (Maximum Allowable Path Loss) untuk arah *uplink* dengan perhitungan link budget sebesar 137,45 dB.

Tabel 5 Jumlah site berdasarkan perhitungan coverage

Nama Wilayah Morfologi	Cikampek Elevated Urban
Luas Wilayah (km)	39
Jarak (d) (km)	1.24
Jumlah Site	8

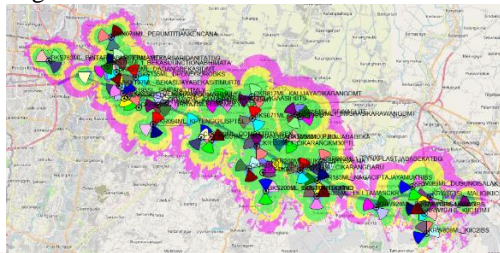
4. Analisis Perbaikan Coverage Berdasarkan Simulasi

A. Analisis Permasalahan Site Eksisting

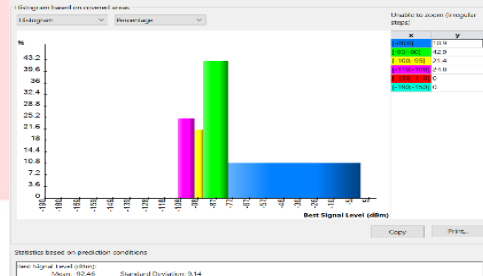
a. Analisis RSRP

Dapat dilihat bahwa persebaran nilai RSRP sebelum perbaikan, pada gambar dapat terlihat masih terdapat

beberapa titik dimana nilai RSRP yang didapat kecil, karena jarak antara site dengan user yang terlalu jauh dan nilai tersebut dikarenakan faktor jauh nya arah pancar antenna yang terfokus pada area diluar jalan tol sehingga persebaran daya kurang baik.



Gambar 10 Persebaran RSRP Sebelum Optimasi



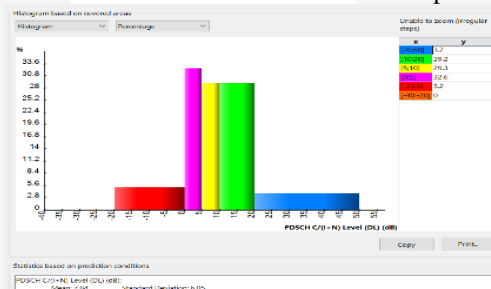
Gambar 11 Nilai RSRP Sebelum Optimasi

Gambar 11 dapat dilihat, nilai RSRP rata-rata yang terjadi pada jalur Tol Layang Japek tersebut adalah sebesar -92,46 dBm dengan presentase RSRP >- 100 dBm yaitu 75,2% .

b. Analisis SINR

Dapat dilihat bahwa persebaran nilai SINR sebelum perbaikan, dimana terdapat banyak titik yang terdapat noise dan interferensi dibandingkan dengan sinyal utama. Pada SINR yaitu dikarenakan persebaran daya yang dipancarkan nya kurang baik dan tidak terfokus pada area jalan tol maka nilai SINR pun akan kurang baik.

Gambar 12 Persebaran RSRP Sebelum Optimasi

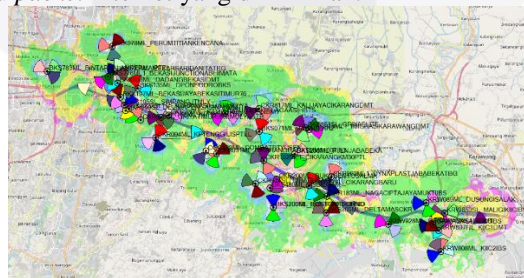


Gambar 13 Nilai SINR Sebelum Optimasi

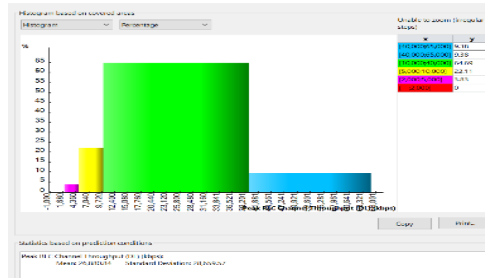
Pada Gambar 13 dapat dilihat bahwa nilai SINR rata-rata yang terdapat pada jalur tersebut adalah sebesar 7.84 dB dengan presentase SINR >5 dB yaitu 62,2%.

c. Analisis Parameter Nilai Throughput

Dapat dilihat bahwa persebaran nilai throughput sebelum perbaikan, nilai throughput diambil untuk dapat mengetahui bandwidth aktual yang terolah berdasarkan ukuran waktu tertentu agar dapat memberikan informasi mengenai rute perjalanan dari suatu packet internet yang dikirimkan.



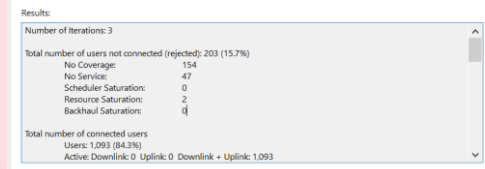
Gambar 14 Persebaran Throughput Sebelum Optimasi



Gambar 15 Nilai Throughput Sebelum Optimasi

Gambar 15 dapat dilihat bahwa nilai *throughput* rata-rata yang terdapat pada jalur tersebut adalah 26,880 Kbps.

d. Analisis Parameter Nilai User Not Connected

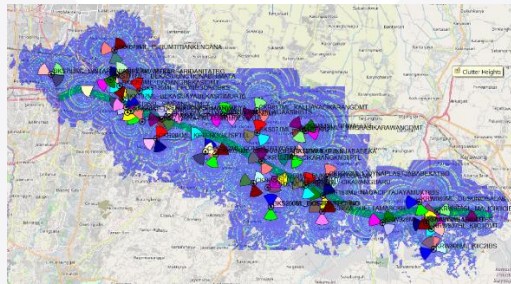


Gambar 16 Kondisi Awal User Not Connected

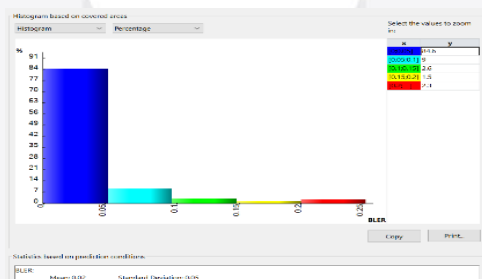
Gambar 16 dapat dilihat bahwa banyak *user* yang gagal terkoneksi adalah sejumlah 203 *user* dengan nilai presentase sebesar 15,7%, sedangkan banyak *user* yang terkoneksi ada sebanyak 1,093 *user* dengan presentase 84,3%. Parameter uji selanjutnya adalah *throughput* dan *user connected*.

e. Analisis BLER

Transmisi data di jalur Tol Layang Japek dapat dukur dengan Block Error Rate (BLER). Kualitas daya transmisi dipengaruhi oleh BLER, semakin kecil nilai Block Error Rate nya maka semakin bagus transmisi datanya, begitu pun sebaliknya.

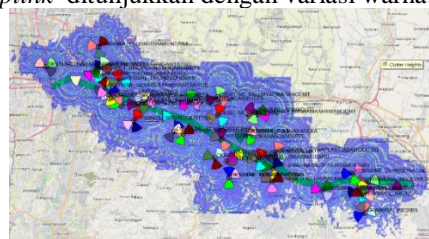


Gambar 17 Persebaran BLER Pada Downlink

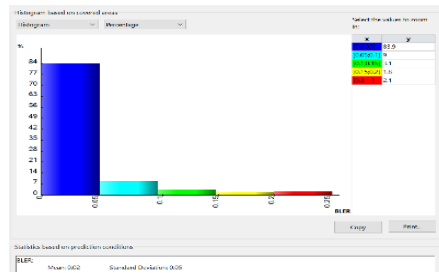


Gambar 18 Nilai Rata-Rata BLER Pada Downlink

Gambar 18 dapat dilihat bahwa rata-rata BLER pada arah *downlink* yaitu 0.02. Pada Gambar 19, dapat terlihat peta sebaran BLER pada arah *uplink* ditunjukkan dengan variasi warna.



Gambar 19 Persebaran BLER Pada Uplink



Gambar 20 Nilai Rata-Rata BLER Pada Uplink

Gambar 20 dapat dilihat bahwa rata-rata BLER pada arah *uplink* yaitu 0.02

B. Analisis Setelah Optimasi Pada Site Eksisting

Setelah melakukan analisis terhadap *Site Eksisting*, selanjutnya dilakukan beberapa skenario yang bertujuan agar dapat meningkatkan nilai RSRP, SINR, *throughput*, dan jumlah user yang terkoneksi dengan jaringan. Skenario yang ditawarkan pada kasus ini adalah *Physical Tunning* dan *Carrier Aggregation*. Pada penelitian ini, terdapat 4 *site* dari 4 *transmitter* yang dilakukan perbaikan, yaitu :

1. BKS783ML_BINTARALAMPERMAIIPTEL terdiri dari 3 *transmitter* yaitu PCI_21,22, dan 23. Namun, yang dilakukan *physical tuning* hanya PCI_21.
2. CKR130ML_TELAGAASIHBTs terdiri dari 3 *transmitter* yaitu PCI_243,244, dan 245. Namun, yang dilakukan *physical tuning* hanya PCI_245.
3. KRW938_DESAWANASARIDMT terdiri dari 3 *transmitter* yaitu PCI_114,115, dan 116. Namun, yang dilakukan *physical tuning* hanya PCI_116.
4. KRW853SL_MALIGIKIICIBS terdiri dari 3 *transmitter* yaitu PCI_48,49, dan 50. Namun, yang dilakukan *physical tuning* hanya PCI_48.

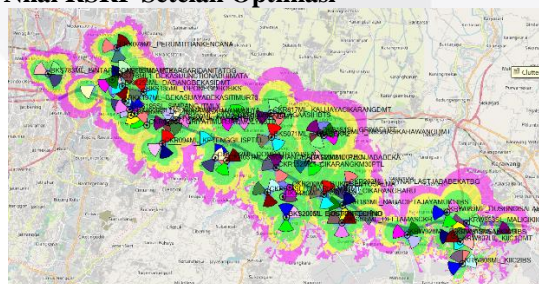
Tabel 9 Perubahan Nilai Pola Azimuth

T	PA (1) °	PA (2) °
PCI_21	205	126
PCI_245	300	242
PCI_116	210	287
PCI_48	60	77

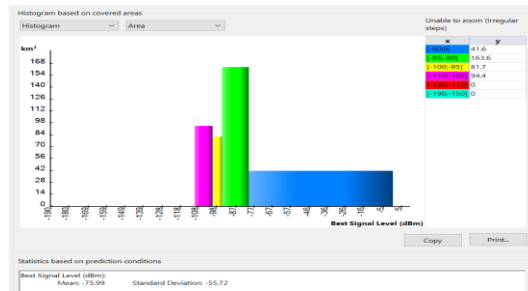
*T : PCI *transmitter*, PA : Pola Azimuth

Metode *Carrier Aggregation* merupakan salah satu solusi yang dapat meningkatkan kapasitas pada jaringan eksisting di jalur Tol Layang Japek. *Carrier Aggregation* dilakukan dengan menggabungkan E-UTRA Band 3 – 20 Mhz dengan E-UTRA Band 8 – 10 Mhz dan E-UTRA Band 1 – 15 Mhz, sehingga dapat mengefisiensi spektrum frekuensi. Berikut *site-site* yang dilakukan *carrier aggregation* adalah CKR094ML_KPTENGGILISPTEL, CKR183ML_NAGACIPTAJAYAMUKTIIBS, dan KRW853SL_MALIGIKIICIBS.

a. Analisis Parameter Nilai RSRP Setelah Optimasi



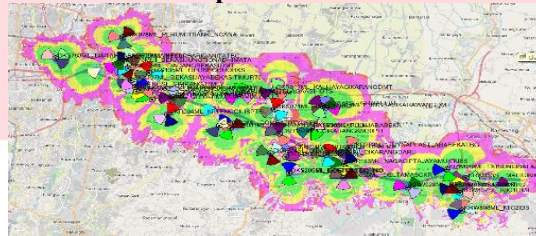
Gambar 21 Persebaran Nilai RSRP Setelah Optimasi



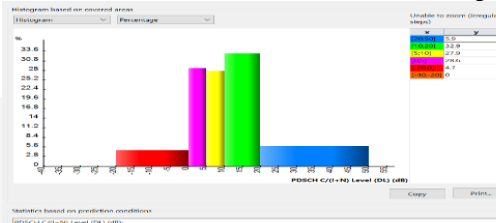
Gambar 21 Nilai Rata-Rata RSRP Setelah Optimasi

Setelah melakukan optimasi maka dapat dilihat bahwa nilai rata-rata RSRP mengalami peningkatan menjadi -75,99 dBm.

b. Analisis Parameter Nilai SINR Setelah Optimasi



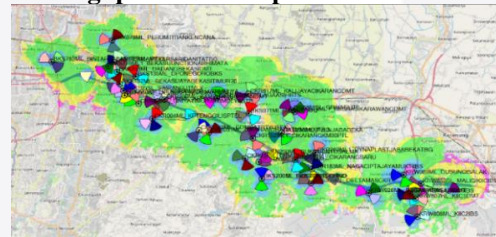
Gambar 23 Persebaran Nilai SINR Setelah Optimasi



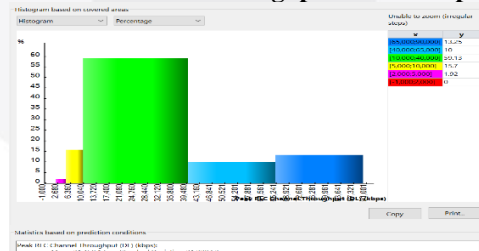
Gambar 24 Nilai Rata-Rata SINR Setelah Optimasi

Setelah melakukan optimasi maka dapat dilihat bahwa nilai rata-rata SINR mengalami peningkatan menjadi 8,77 dB.

c. Analisis Parameter Nilai Throughput Setelah Optimasi



Gambar 25 Persebaran Throughput Setelah Optimasi



Gambar 26 Nilai Throughput Setelah Optimasi

Setelah melakukan optimasi maka dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *Throughput* mengalami peningkatan menjadi 31,459 Kbps.

d. Analisis Parameter Nilai User Not Connected Setelah Optimasi

```

Results:
Number of iterations: 6
Total number of users not connected (rejected): 2 (0.2%)
  No Coverage: 1
  No Service: 1
  Scheduler Saturation: 0
  Resource Saturation: 0
  Backhaul Saturation: 0
Total number of connected users
  Users: 1,210 (99.8%)
  Active: Downlink: 0 Uplink: 0 Downlink + Uplink: 1,210
  Inactive: 0
  
```

Gambar 27 User Not Connected Setelah Optimasi

Pada Gambar 4.18 dapat dilihat bahwa banyak *user* yang gagal terkoneksi adalah sebanyak 2 *user* dengan presentase sebesar 0,2%, sedangkan banyak *user* yang berhasil terkoneksi ada sebanyak 1,210 *user* dengan presentase 99,8% .

C. Rekapitulasi Hasil Analisis Perbaikan Site Eksisting

Hasil rekapitulasi yang didapatkan dari proses perbaikan pada *site eksisting*, dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 10 Kondisi Nilai Simulasi Parameter Perbaikan

Skenario	Physicall Tunning						Carrier Aggregation	
	RSRP		SINR		Throughput		User Not Connected	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Nilai	-92.46 dBm	-75.99 dBm	7,84 dB	8.77 dB	26,88 Kbps	31,459 Kbps	203 user	2 user

Peningkatan performansi pada nilai parameter RSRP, SINR, *Throughput*, dan *user not connected* dapat dilihat pada Tabel 4.1. Maka dari hasil seluruh parameter yang dijadikan analisis dapat disimpulkan bahwa skenario *Physical Tunning* dan *Carrier Aggregation* layak untuk dijadikan saran perbaikan performansi layanan *video streaming* dalam jaringan LTE di sepanjang jalur Tol Layang Japek sehingga dapat sesuai dengan parameter KPI yang sudah di tetapkan.

5 PENUTUP

Nilai RSRP yang berada pada Jalur Tol Layang Japek dalam jaringan eksisting adalah -92,46 dBm dan mengalami peningkatan menjadi -75,99 dBm. Nilai SINR dalam jaringan eksisting adalah 7,84 dB dan mengalami peningkatan menjadi 8,77. Nilai *Throughput* yang berada pada Jalur Tol Layang Japek nilai dalam jaringan eksisting adalah 26.88 Kbps dan mengalami peningkatan menjadi 31.459 Mbps. Nilai BLER pada sepanjang jalur Tol Layang Japek adalah sebesar 0.02%. Pada *user not connected* dalam jaringan eksisting menghasilkan 203 *user* (15,7%) nilai tersebut mengalami penurunan jumlah *user* dengan nilai 2 *user* (0,2%). Nilai persebaran rata-rata pada RSRP, SINR, dan *Throughput* berada di dalam rentang yang cukup baik, namun optimasi jaringan dilakukan agar dapat untuk meningkatkan layanan *streaming video* dengan menggunakan scenario *physical tuning* dan *carrier aggregation*. Berdasarkan hasil perhitungan *coverage planning* [1], site yang dibutuhkan agar dapat memberikan layanan LTE yang dapat mencakup seluruh jalur Tol Layang Japek adalah 8 *site*. Namun, pada jaringan eksisting dibutuhkan lebih dari 8 *site* agar dapat memberikan layanan LTE yang baik.

6 REFERENSI

- [1] D. A. Nursafitri, T. Akhir, eta U. Telkom, *PERANCANGAN JARINGAN LONG TERM EVOLUTION (LTE) DI TOL JAKARTA-CIKAMPEK PERANCANGAN JARINGAN LONG TERM EVOLUTION (LTE) DI TOL JAKARTA-CIKAMPEK ELEVATED (LONG TERM EVOLUTION (LTE) NETWORK PLANNING IN JAKARTA-CIKAMPEK ELEVATED TOLL)*. 2020.
- [2] D. Perhubungan eta K. Blitar, «PERENCANAAN KEBUTUHAN BASE TRANSCEIVER STATION (BTS) DAN OPTIMASI PENEMPATAN MENARA BERSAMA TELEKOMUNIKASI REQUIREMENTS PLANNING BASE TRANSCEIVER STATION (BTS) PLACEMENT AND OPTIMIZATION OF SHARED TELECOMMUNICATIONS», libk. 4, zenb. 3, or. 151–159, 2014.
- [3] A. Performansi, D. A. N. Optimisasi, eta J. Lte, «Kawasan Telkom University Performance Analysis and Optimization for 4G Lte Network At Telkom University Region», libk. 6, zenb. 1, or. 339–345, 2019.
- [4] I. G. M. Yogi Priyandana Adi Saputra, P. K. Sudiarta, eta G. Sukadarmika, «Analisis Hasil Drive Test Menggunakan Software G-Net Dan Nemo Di Jaringan Lte Area Denpasar», *J. SPEKTRUM*, libk. 5, zenb. 2, or. 216, 2018, doi: 10.24843/spektrum.2018.v05.i02.p27.