

PERBAIKAN PERFORMANSI TERHADAP DAERAH CAKUPAN JARINGAN LTE DI SEPANJANG JALUR KERETA RAILINK DARI STASIUN KA BANDARA SOEKARNO-HATTA SAMPAI STASIUN BATUCEPER

PERFORMANCE OPTIMIZATION OF THE LTE NETWORK COVERAGE AREA ALONG RAILINK TRACKS FROM SOEKARNO-HATTA AIRPORT STATION TO BATUCEPER STATION

Qori Alfian¹, Uke Kurniawan Usman², Nur Andini³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

qorialfian@student.telkomuniversity.ac.id¹, ukeusman@telkomuniversity.ac.id², nurandini@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

KA Railink Bandara Soekarno-Hatta yang berada di Kota Tangerang merupakan jalur kereta yang menyatukan stasiun kereta menuju Bandara Soekarno-Hatta. Sebagian besar pengunjung stasiun menggunakan *smartphone* dengan teknologi *Long Term Evolution* (LTE) dan menggunakan teknologi tersebut untuk melakukan pelayanan seperti *chatting*, *browsing*, *streaming*, dan memeriksa jadwal keberangkatan pesawat. LTE di KA Railink Bandara Soekarno-Hatta khususnya pada jalur kereta railink dari stasiun KA bandara Soekarno-Hatta sampai Stasiun Batuceper mengalami pelemahan sinyal sehingga dibutuhkan upaya untuk meningkatkan performansi jaringan LTE. Salah satu cara untuk meningkatkan performansi suatu jaringan dengan melakukan perbaikan terhadap cakupan layanan (*coverage*). Pada penelitian ini, menyampaikan usulan perbaikan kualitas jaringan LTE berdasarkan *coverage area* dengan menggunakan dua skenario perbaikan yaitu *physical tuning* dan *power configuration* ke wilayah yang kekurangan sinyal. Simulasi jaringan LTE ini menggunakan RSRP (*Reference Signal Received Power*), SINR (*Signal to Noise Ratio*), dan *throughput* sebagai parameter-parameter yang di analisis. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan, nilai rata-rata RSRP dari -116,98 dBm menjadi -94,65 nilai dari SINR dari 4,04 dB menjadi 29,52 dB dan *throughput* dari 15,163 Mbps menjadi 35,214 Mbps.

Kata kunci : Kereta Api Bandara, LTE, *Coverage*, RSRP, *Throughput*, SINR

Abstract

The Soekarno-Hatta Airport Railink, which is located in Tangerang City, is a train line that unites the train station to Soekarno-Hatta Airport. Most visitors use smartphones with Long Term Evolution (LTE) technology and use this technology to perform services such as chatting, browsing, streaming, and checking flight departure schedules. LTE on the Soekarno-Hatta Airport Railink train, especially on the railink train line from the Soekarno-Hatta airport train station to the Batuceper Station, is not optimal so that efforts are needed to improve the LTE network. One way to increase a network is by making improvements to the service coverage (coverage). In this research proposes to improve the quality of the LTE network based on the coverage area by using two improvement scenarios, namely physical tuning and power configuration to areas with signal shortages. In this LTE network simulation, the parameters analyzed are RSRP (Reference Signal Received Power), SINR (Signal to Noise Ratio), and throughput. From the results of research that has been done during the repair process through simulations has increased, such as the average RSRP value has increased from -116.98 dBm to -94.65. The SINR value and throughput also increased where the respective values were 4.04 dB to 29.52 dB and 15.163 Mbps to 35.214 Mbps.

Keywords: Airport Train, LTE, *Coverage*, RSRP, *Throughput*, SINR

I. PENDAHULUAN

Long Term Evolution (LTE) atau bisa disebut sebagai *Evolved Packet System* (EPS), merupakan generasi keempat dari standar seluler yang diusulkan oleh *3rd Generation Partnership Project* (3GPP). LTE tersebut dirancang untuk meningkatkan kapasitas, jangkauan dan juga kecepatan jaringan nirkabel seluler jika dibandingkan dengan sistem nirkabel yang sebelumnya. *Long Term Evolution for Railway* (LTE-R) mendefinisikan spesifikasi LTE yang diterapkan untuk sistem kereta api. Hal ini telah diusulkan untuk

mendukung peningkatan kebutuhan sistem komunikasi seluler pita lebar di sekitar lingkungan kereta api kecepatan tinggi yang dapat menargetkan layanan dalam waktu nyata [1].

Di Stasiun KA Bandara Soekarno-Hatta sampai Stasiun Batuceper terjadi pelemahan sinyal di berbagai titik yang memiliki kualitas sinyal dibawah *Key Performance Indicator* (KPI) dan hal itu membuat orang terganggu untuk melakukan internet *browsing*.

E. A. Ibrahim, E. F. Badran, and M. R. M. Rizk [1] pada "An Optimized LTE Measurement Handover Procedure for High Speed Trains Using WINNER/I Channel Mode" menyampaikan bahwa kereta cepat mengalami masalah pada LTE saat pengambilan keputusan *Handover* karena kecepatan kereta. Hal tersebut berhasil diperbaiki dengan menggunakan Prosedur Optimasi Pareto dan mampu mengatasi *delay* dalam pengambilan keputusan pada *Handover*. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan prosedur optimasi *coverage area* dengan teknik optimasi *physical tuning* dan *power configuration*.

Penelitian mengenai *coverage area* [4] dilakukan pengujian *drive test* namun tidak dilakukan simulasi dengan *software* atoll untuk memenuhi standar KPI, sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan simulasi dengan menggunakan *software* atoll .

Selain itu, penelitian mengenai perbaikan *coverage area* juga dilakukan di jalur MRT (ASEAN - Lebak Bulus) di daerah Jakarta [5]. Sedangkan pada penelitian ini difokuskan objek penelitiannya pada jalur kereta Stasiun KA Bandara Soekarno-Hatta sampai Stasiun Batucapeper.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi mengenai pelemahan sinyal menggunakan teknologi 4G LTE di beberapa titik pada jalur Stasiun KA Bandara Soekarno-Hatta sampai Stasiun Batucapeper. Jika pelemahan sinyal tersebut dapat diperbaiki maka penumpang kereta api dapat menikmati komunikasi yang baik. Nilai-nilai parameter yang akan digunakan untuk analisis dan optimasi dan juga sebagai tolak ukur layanan LTE adalah RSRP (*Reference Signal Received Power*), SINR (*Signal to Noise Ratio*) dan *Throughput*.

II. KAJIAN TEORI

A. Pengertian LTE

Pada tahun 2004, 3GPP mulai mempelajari mengenai LTE pada UMTS. Tujuannya adalah untuk membuat sistem komunikasi seluler 3GPP tetap kompetitif dalam rentang waktu 10 tahun dan seterusnya, dengan mengirimkan data dengan kecepatan tinggi dan *latency* yang rendah untuk kebutuhan pengguna di masa depan. LTE diminta untuk memberikan kecepatan data puncak sebesar 100 Mbps pada *downlink* dan 50 Mbps pada *uplink* dan persyaratan ini dipenuhi dan melampaui dengan kecepatan data puncak pada *downlink* sebesar 300 Mbps dan *uplink* sebesar 75 Mbps. Jika dibandingkan dengan data puncak pada *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA) dalam rilis 6 dengan spesifikasi 3GPP adalah 14 Mbps pada *downlink* dan 5,7 Mbps pada *uplink*[6]. Persyaratan menyatakan bahwa ponsel harus beralih dari *standby* menuju status aktif setelah *intervensi* dari pengguna dalam waktu kurang dari 100 milidetik. LTE dioptimalkan untuk sel ukuran hingga 5 km, bekerja dengan terdegradasi hingga 30 km dan mendukung sel sampai 100 km. LTE juga dirancang untuk bekerja dengan *bandwidth* yang berbeda yang berkisar 1,4 MHz sampai maksimal 20 MHz [6].

B. Link Budget

Link budget merupakan proses mendapatkan nilai *Maximum Allowed Path Loss* (MAPL), yang digunakan untuk

mendapatkan perkiraan kisaran sel eNB dengan menggunakan tipe kecacauan yang berbeda-beda. Jenis kecacauan utama yang digunakan dalam lingkungan bergerak adalah Dense Urban, Urban, Suburban, dan Rural atau tempat terbuka.[7] Perhitungan MAPL pada arah *downlink*: dilakukan untuk mengetahui nilai pelemahan propagasi maksimum yang diperbolehkan oleh eNode B

C. Cost 231 Hatta Propagation Model

Cost 231 Hatta propagation model merupakan sebuah model propagasi yang menggunakan perhitungan secara matematis empiris yang digunakan untuk menggambarkan sebuah karakteristik propagasi gelombang radio berdasarkan fungsi frekuensi, jarak, ketinggian dan kondisi lainnya [8].

D. Parameter Kualitas Jaringan

Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi kualitas jaringan ketika ingin membuat perbaikan jaringan. Parameternya adalah:

1. Reference Signal Received Power (RSRP)

RSRP merupakan daya rata-rata yang terdapat pada *resource element* yang berfungsi untuk memberikan informasi kepada UE tentang kuat sinyal pada suatu sel berdasarkan perhitungan *path loss* [9]. *Reference signal* dibawa oleh symbol-simbol tertentu yang terdapat pada satu *subcarrier* yang berada di dalam *resource block*, sehingga pengukuran hanya dilakukan pada *resource element* yang membawa informasi *cell-specific reference signal*. RSRP mempunyai rentang nilai dari -140 dBm sampai -44 dBm [4]. Rumus RSRP dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{RSRP (dBm)} = \text{RSSI (dBm)} - 10 * \log(12 \text{ Nprb}) \quad (1)$$

Dimana Nprb merupakan jumlah *resource block* (RB).

TABEL 1
PARAMETER NILAI RSRP [10]

RSRP	Color	Grade
≥ -80 dBm	Blue	Excellent
< -80 dBm to ≤ -95 dBm	Green	Good
< -95 dBm to ≤ -110 dBm	Yellow	Low
< -110 dBm	Red	Bad

2. Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR)

SINR merupakan perbandingan antara kuat sinyal yang dapat diterima dengan kuat interferensi dan derau [9]. SINR juga merupakan nilai parameter yang menunjukkan tingkat kualitas sinyal, tetapi nilai SINR tidak dapat dijadikan standar spesifikasi oleh 3GPP. Rumus SINR dapat dituliskan sebagai berikut: [4]

$$\text{SINR} = \frac{S}{I+N} \quad (2)$$

Dimana S merupakan daya sinyal terima, I merupakan daya interferensi rata-rata, dan N merupakan daya *background noise*.

TABEL 2
PARAMETER NILAI SINR [10]

SINR	Color	Grade
≥ 20 dB	Blue	Excellent
< 20 dB to ≤ 13 dB	Green	Good
< 13 dB to ≤ 0 dB	Yellow	Low
< 0 dB	Red	Bad

3. Throughput

Throughput merupakan jumlah data yang dapat dikirimkan dalam satuan waktu yang ada pada suatu jaringan dalam bentuk bit per second (bps). Semakin tinggi nilai SINR yang didapatkan maka semakin besar nilai *throughput* yang dihasilkan [9].

TABEL 3
PARAMETER NILAI THROUGHPUT

Throughput	Color	Grade
≥ 14.000 kbps	Purple	Excellent
< 14.000 kbps to ≤ 7000 kbps	Blue	Good
< 7000 kbps to ≤ 1000 kbps	Green	Low
< 1000 kbps to ≤ 512 kbps	Yellow	Very low
< 512 kbps	Red	Bad

E. Key Performance Indicator (KPI)

KPI merupakan hal yang penting untuk melakukan optimasi sebagai pengukuran kualitas pada jaringan untuk parameter-parameternya, apakah hal tersebut sudah baik atau harus diperbaiki. KPI juga menjadi acuan saat melakukan optimasi dimana jika nilai tersebut sudah mendekati nilai KPI, maka optimasi tersebut dapat dibilang bagus [11]

TABEL 4
PARAMETER TARGET KPI

Parameter	Target KPI
RSRP	-95 dBm
SINR	13 dB
Throughput	14.000 kbps

F. Teknik Optimasi

Untuk memperbaiki performansi jaringan terutama di bagian *coverage* dari hasil pengambilan data *drive test*, teknik optimasi digunakan yaitu:

1. Physical Tunning

Physical tuning adalah pengaturan untuk merubah arah pancar antena sectoral secara fisik yang dilakukan untuk memaksimalkan suatu jaringan layanan. *Physical tuning* terdiri dari *tilting* antena, *reazimuth*, dan mengatur tinggi antenna [5].

a. Mengubah Tinggi Antena

Untuk mengubah tinggi pemasangan antena perlu memperhitungkan tinggi *obstacle* yang dapat menghalangi pancaran dari antena pada suatu daerah agar tidak dapat terjadinya kerugian dalam penerimaan sinyal dan agar mendapatkan hasil yang terbaik, antena pengirim dan antena penerima harus terlihat satu sama lain tanpa ada halangan dalam batasan tertentu [4].

b. Mengubah Azimuth Antena / Reazimuth
Reazimuth merupakan perubahan arah pancar antena yang diatur secara horizontal dengan cara mengubah posisi *clamp* (Penjepit antena) yang terhubung pada kaki *tower* dan petunjuk arah pancar antena harus sesuai dengan *planning site* dengan menggunakan kompas sebagai alat bantu untuk mencari arah utara sebagai titik acuan penentu posisi 0 [4].

c. Tilting Antena

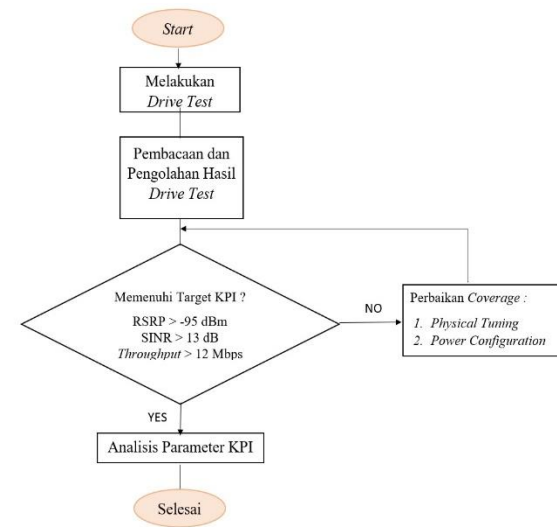
Tilting dapat diartikan sebagai suatu kemiringan antena yang memiliki fungsi sebagai menetapkan area yang menerima cakupan sinyal dan untuk menentukan atau mengubah *coverage area* yang dilayani oleh BTS, teknik *tilting* tersebut dapat mengubah arah atau kemiringan antena [4].

2. Power Configuration

Power configuration adalah penambahan daya atau *total transmit power* yang dipancarkan oleh transmitter. Penambahan *power* dilakukan agar user mendapatkan kualitas sinyal yang lebih baik dari sebelumnya [5].

III. METODE PENELITIAN

Berikut diagram alir dari penelitian yang dilakukan



GAMBAR 1
DIAGRAM ALIR

Pada Gambar 1 menunjukkan diagram alir dari tahap penelitian yang dilakukan dengan proses pertama adalah melakukan *drive test* untuk mengambil data dari

lokasi penelitian kemudian dilanjutkan dengan melakukan pembacaan dan pengolahan hasil *drive test* yang dilakukan setelah itu dari data hasil *drive test* dilihat parameter KPI nya setelah itu data hasil pengolahan akan dibandingkan dengan parameter KPI, jika parameter tidak mencapai target KPI maka akan dilakukan tahapan perbaikan *coverage* dimana tahapan tersebut ada dua yaitu *physical tuning* dan *power configuration*. Setelah melakukan perbaikan akan dibandingkan lagi dan jika sudah memenuhi target KPI, maka tahap terakhir adalah melakukan analisis parameter KPI sesuai dengan hasil perbaikan.

A. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan *software actix* untuk membaca hasil data *drive test* agar dapat menemukan wilayah yang butuh perbaikan dan *software Atoll* untuk melakukan perbaikan terhadap wilayah yang membutuhkan perbaikan dengan cara *physical tuning* dan *power configuration*.

B. Data Hasil Drive Test

Drive Test merupakan cara untuk menganalisis performansi jaringan pada daerah yang telah dilakukan perbaikan, yaitu jalur kereta railink dari Stasiun KA Bandara Soekarno-Hatta sampai Stasiun Batucapeper. Analisa *drive test* ini dilakukan menggunakan *software actix analyzer*.

1. Hasil RSRP

Gambar 2 menunjukkan RSRP hasil *drive test* yang telah dilakukan menggunakan TEMS *pocket*.

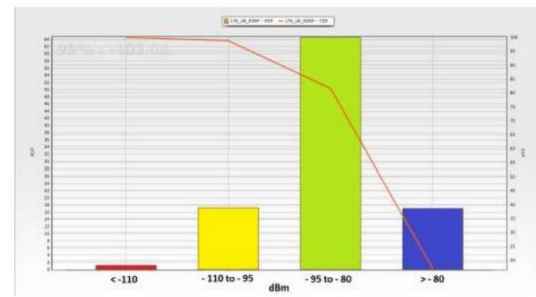


GAMBAR 2
HASIL RSRP PADA TEMS POCKET

Hasil *drive test* yang telah dilakukan, menunjukkan kecilnya nilai RSRP. Berdasarkan Gambar 2 berikut nilai RSRP pada jalur kereta railink Stasiun Soekarno-Hatta sampai Stasiun Batucapeper,

TABEL 5
RENTANG NILAI RSRP HASIL DRIVE TEST

Nilai RSRP	Kategori	Warna	Jumlah
≥ -80 dBm	Excellent	Blue	102
-80 dBm s/d -95 dBm	Good	Green	424
-95 dBm s/d -110 dBm	Low	Yellow	109
≤ -110 dBm	Bad	Red	5



GAMBAR 3
PENGOLAHAN HASIL RSRP DALAM GRAFIK PDF DAN CDF

Gambar 3 menunjukkan perbaikan jaringan yang diperlukan terdapat pada point 3 karena memiliki nilai RSRP yang rendah serta tidak sesuai dengan parameter KPI karena bernilai -95 s/d 110 dBm (*Low*) yang terletak pada 109 titik. Maka solusi yang ditawarkan adalah *physical tuning* dan *power configuration*.

2. Hasil SINR

Gambar 4 menunjukkan SINR yang didapat dari hasil *drive test* menggunakan TEMS *pocket*.

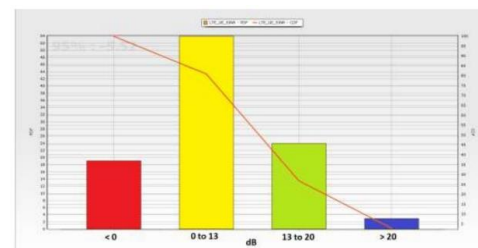


GAMBAR 4
HASIL SINR PADA TEMS POCKET

Tabel 6 menunjukkan nilai SINR pada jalur kereta railink Stasiun Soekarno-Hatta sampai Stasiun Batucapeper:

TABEL 6
RENTANG NILAI SINR HASIL DRIVE TEST

Nilai RSRP	Kategori	Warna	Jumlah
≥ 20 dB	Excellent	Blue	11
13 dB s/d 20 dB	Good	Green	168
0 dB s/d 13 dB	Low	Yellow	344
≤ 0 dB	Bad	Red	116



GAMBAR 5
PENGOLAHAN HASIL SINR DALAM GRAFIK PDF DAN CDF

Gambar 5 menunjukkan nilai SINR yang tidak sesuai dengan standar KPI terdapat pada point 3 dan point 4 dimana masing masing nilai tersebut adalah 0 s/d 13 dB (*Low*) sebesar 53,8% dan 50 dB (*Bad*) sebesar 18,2%. Solusi yang ditawarkan adalah *physical tuning* dan *power configuration*.

3. Nilai *Throughput*

Gambar 6 menunjukkan *throughput* hasil *drive test* yang telah menggunakan TEMS *pocket*.



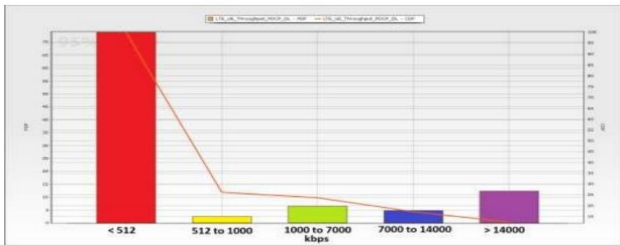
GAMBAR 6 HASIL THROUGHPUT PADA TEMS POCKET

Nilai *throughput* yang sesuai dengan standar KPI adalah yang berwarna kuning dengan nilai > 14000 Kbps atau 14 Mbps, sedangkan *throughput* yang tidak memenuhi standar KPI berwarna merah.

TABEL 7 RENTANG NILAI THROUGHPUT HASIL DRIVE TEST

Nilai RSRP	Kategori	Warna	Jumlah
≥ 14.000 kbps	Excellent	[Purple]	82
< 14.000 kbps to ≤ 7000 kbps	Good	[Blue]	24
< 7000 kbps to ≤ 1000 kbps	Low	[Green]	52
< 1000 kbps to 512 kbps	Very Low	[Yellow]	21
≤ 512 dB	Bad	[Red]	451

Gambar 7 menunjukkan pengolahan hasil *throughput* dalam grafik CDF dan PDF

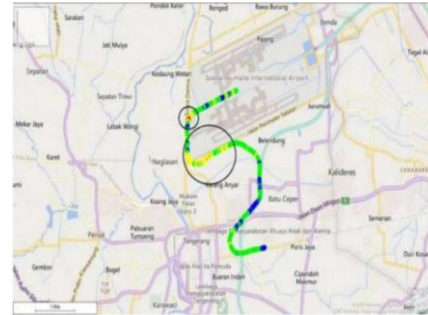


GAMBAR 7 PENGOLAHAN HASIL THROUGHPUT DALAM GRAFIK PDF DAN CDF

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan analisis RSRP, kelemahan pada jalur kereta railink Stasiun Soekarno-Hatta sampai Stasiun Batuceper tersebut terjadi dikarenakan banyaknya *obstacle* yang ada pada sepanjang jalur kereta railink, sehingga menyebabkan nilai parameter RSRP yang didapat memiliki nilai yang rendah dan di bawah kriteria KPI, yaitu antara -95 s/d -110 dBm yang sudah dibuktikan dengan analisa dari *software act ix*. Pada Gambar 8 merupakan *bad spot* yang sudah dianalisa pada *software Atoll*. *Bad spot*

merupakan daerah yang akan dilakukan optimasi dengan dua skenario yaitu *physical tuning* dan *power configuration*.



GAMBAR 8 BAD SPOT SEBELUM PERBAIKAN

Gambar 8 menunjukkan dua *bad spot* dengan total 5 *site existing* yang melayani yaitu:

TABEL 8 BAD SPOT DAN SITE YANG DILAYANI

Bad Spot	Site
Bad Spot 1	TNG279ML_WATERPUMPBANDARA
	TNX142ML_PERGUDANGANBANDARAM ASSTP
Bad Spot 2	TNX041MEI_KARANGSARIDMT
	TNX871ML_ALFAMARTAEROPOLISBTG
	TNA027MLI_JLGARUDABATUCEPERDMT

A. Analisa *Bad Spot* 1

Gambar 9 menunjukkan wilayah *bad spot* 1



GAMBAR 9 WILAYAH BAD SPOT 1

Pada *bad spot* 1 tersebut terdapat masalah pada pengarahannya pola pancar antena yang kurang optimal, serta daya sinyal yang kurang memenuhi target yang diinginkan karena tidak sesuai dengan standar KPI yaitu RSRP > -95 dBm, SINR > 13 dB, dan *throughput* > 14.000 kbps. Perbaikan yang dilakukan sesuai dengan *physical tuning* dan *power configuration*.

1. Analisis Permasalahan di *Bad Spot* 1

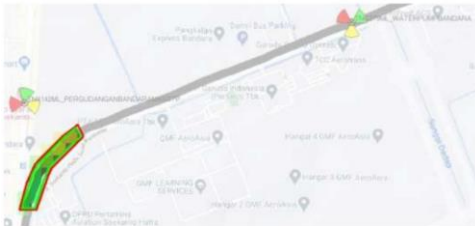
Berikut merupakan kondisi *coverage RSRP* sebelum perbaikan *Bad Spot* 1



GAMBAR 10
KONDISI COVERAGE RSRP SEBELUM PERBAIKAN BAD SPOT 1

Gambar 10 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna hijau yang artinya nilai RSRP rendah dengan nilai rata-rata sebesar - 103,73 dBm. Nilai RSRP belum mencapai standar KPI, maka perbaikan yang akan digunakan yaitu *physical tuning* dan *power configuration*.

Berikut gambar kondisi *coverage SINR* sebelum perbaikan *Bad Spot 1*



GAMBAR 11
KONDISI COVERAGE SINR SEBELUM PERBAIKAN BAD SPOT 1

Gambar 11 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna kuning yang artinya nilai SINR rendah dengan nilai rata-rata sebesar 9,68 dB. Nilai SINR belum mencapai standar KPI, maka perbaikan yang akan digunakan yaitu *physical tuning* dan *power configuration*.

Berikut kondisi *coverage Throughput* sebelum perbaikan *Bad Spot 1*



GAMBAR 12
KONDISI COVERAGE THROUGHPUT SEBELUM PERBAIKAN BAD SPOT 1

Gambar 12 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna biru muda yang artinya nilai *throughput* sudah bagus dengan nilai rata-rata sebesar 56.303 kbps. Karena nilai *throughput* sudah mencapai standar KPI maka tidak dibutuhkan perbaikan.

2. Analisis Perbaikan di *Bad Spot 1*

Wilayah *bad spot 1* yang dijadikan sebagai objek penelitian dengan alasan pola pengarahannya kurang optimal dan daya sinyal yang dipancarkan kurang

memenuhi target yang diinginkan. *Physical tuning* sebagai pola perbaikan pengarahannya. Parameter yang diubah adalah *Mechanical Tuning*, tinggi antenna, dan Azimuth. Untuk mengoptimalkan daya sinyal yang dipancarkan, solusi yang ditawarkan adalah *power configuration*, dimana daya sinyal yang dipancarkan dapat mencakup wilayah yang memiliki nilai RSRP, SINR, dan *throughput* yang dituju. Pada penelitian ini menggunakan site 2 dengan total ada 6 transmitter yang dilakukan perbaikan yaitu: TNG279ML_WATERPUMPBANDARA dengan PCI_1 05, 106, dan 107 dan TNX142ML_PERGUDANGANBANDARAMASST P dengan PCI_39,34, dan 35.

TABEL 9
PERUBAHAN NILAI PARAMETER PERBAIKAN BAD SPOT 1

Nama Site	PCI (T)	MT (B)	MT (A) ⁰	PA (B) ⁰	PA (A) ⁰	TA (B) m	TA (A) m	DP (B) dbm	DP (A) dbm
TNG279ML_WATERPUMPBANDARA	105	2	2	60	84	12	30	43	43
	106	2	2	180	211	12	30	43	43
	107	2	2	300	288	12	30	43	43
TNX142ML_PERGUDANGANBANDARA	39	2	2	10	10	24	30	43	35
	34	2	6	105	167	24	30	43	35
	35	2	2	265	265	24	30	43	43

Tabel 9 menunjukkan perubahan nilai parameter transmitter pada *bad spot 1*. Pada tabel tersebut terdapat sembilan kolom utama dengan keterangan:

TABEL 10
PENJELASAN PARAMETER-PARAMETER PADA SITE

Singkatan	Kepanjangan	Keterangan
PCI	<i>Physical Cell Identity</i>	Menandakan sektor antenna yang berbeda pada suatu <i>site</i>
MT(B)	<i>Mechanical Tilting (Before)</i>	Nilai kemiringan antenna (dalam satuan derajat) secara fisik sebelum melakukan optimasi
MT(A)	<i>Mechanical Tilting (After)</i>	Nilai kemiringan antenna (dalam satuan derajat) secara fisik setelah melakukan optimasi
PA(B)	Pola Azimuth (<i>Before</i>)	Arah antenna (dalam satuan derajat) yang diatur secara horizontal sebelum melakukan optimasi
PA(A)	Pola Azimuth (<i>After</i>)	Arah antenna (dalam satuan derajat) yang diatur secara horizontal setelah

		melakukan optimasi
TA(B)m	Tinggi Antena (Before)	Ketinggian antena (dalam satuan meter) pada suatu sektor sebelum melakukan optimasi
TA(A)m	Tinggi Antena (After)	Ketinggian antena (dalam satuan meter) pada suatu sektor setelah melakukan optimasi
DP(B)dBm	Daya Pancar (Before)	Kondisi daya pancar antena (dalam satuan dBm) pada suatu sektor sebelum melakukan optimasi
DP(A)dBm	Daya Pancar (After)	Kondisi daya pancar antena (dalam satuan dBm) pada suatu sektor setelah melakukan optimasi

Proses perbaikan tersebut dilakukan dengan cara *trial and error* dimana nilai seperti *Mechanical Tilting*, Pola Azimuth dinaikan sebesar 5 derajat, untuk perubahan nilai tinggi antena dinaikan atau diturunkan sebesar 1 meter dan untuk nilai daya pancar dinaikan atau diturunkan sebesar 1 dBm. Hal ini dilakukan terus menerus sampai menemukan hasil yang optimal agar masing masing dari transmitter dapat meningkatkan kualitas pada daerah *weak coverage*.

Nilai *Mechanical Tilting* diubah agar derajat sudut elevasi pada antena mengalami perubahan yang membentuk pola penyebaran sinyal yang berbeda. Pola Azimuth juga dilakukan perubahan dimana berdampak pada berubahnya antena secara horizontal dengan target pancaran kearah daerah yang memiliki kondisi *weak coverage*. Perubahan tinggi antena diubah untuk meningkatkan cakupan untuk jarak yang lebih jauh. Parameter terakhir yang diubah adalah daya pancar dimana hal tersebut mempengaruhi cakupan level daya terima terhadap wilayah yang mengalami kondisi *weak coverage*.

Berikut merupakan kondisi *coverage* setelah melakukan perbaikan untuk nilai RSRP pada *bad spot 1*



GAMBAR 13
KONDISI *COVERAGE* RSRP SETELAH PERBAIKAN PADA *BAD SPOT 1*

Gambar 13 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna hijau muda yang artinya nilai RSRP sudah bagus dengan nilai rata-rata sebesar -94,05 dBm dan nilai RSRP sudah mencapai standar KPI.

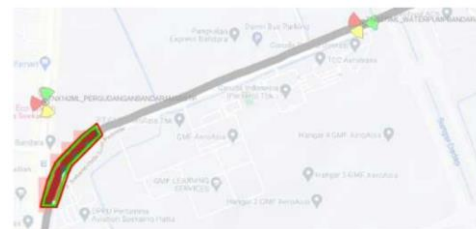
Berikut merupakan kondisi *coverage* setelah melakukan perbaikan untuk nilai SINR pada *bad spot 1*



GAMBAR 14
KONDISI *COVERAGE* SINR SETELAH PERBAIKAN PADA *BAD SPOT 1*

Gambar 14 menunjukkan pada bagian *coverage focus zone* berwarna hijau muda dan kuning yang artinya nilai SINR sudah bagus dengan nilai rata-rata sebesar 16,54 dB dan nilai SINR sudah mencapai standar KPI.

Berikut merupakan kondisi *coverage* setelah melakukan perbaikan untuk nilai *throughput* pada *bad spot 1*



GAMBAR 15
KONDISI *COVERAGE THROUGHPUT* SETELAH PERBAIKAN PADA *BAD SPOT 1*

Gambar 15 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna merah yang artinya nilai *throughput* sudah bagus dengan nilai rata-rata sebesar 94.160 kbps.

Setelah melihat hasil perbaikan parameter yang ada pada Tabel 8, maka dapat dibuat perbandingan antara nilai sebelum perbaikan dengan nilai sesudah perbaikan seperti pada Tabel 10

TABEL 10
PERBANDINGAN NILAI SEBELUM DAN SESUDAH PERBAIKAN *BAD SPOT 1*

Nilai	Sebelum	Sesudah
RSRP	-103,73 dBm	-94,05 dBm
SINR	9,68 dB	16,54 dB
<i>Throughput</i>	56.303 kbps	94.160k

Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai RSRP, SINR dan *throughput* mengalami peningkatan dan masing-masing nilai sudah memenuhi standar KPI.

B. Analisa *Bad Spot* 2

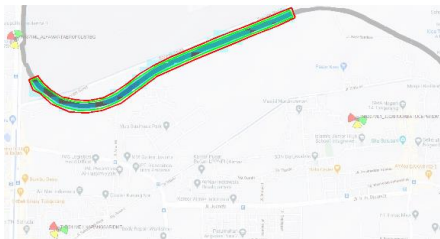


GAMBAR 16
WILAYAH BAD SPOT 2

Pada *bad spot* 2 tersebut terdapat masalah pada pengarahannya pola pancar antenna yang kurang optimal, serta daya sinyal yang kurang memenuhi target yang diinginkan karena tidak sesuai dengan standar KPI yaitu $RSRP \geq -95$ dBm, $SINR \geq 13$ dB, dan $throughput \geq 14.000$ kbps. Perbaikan yang dilakukan sudah sesuai, yaitu *physical tuning* dan *power configuration*.

1. Analisis Permasalahan di *Bad Spot* 2

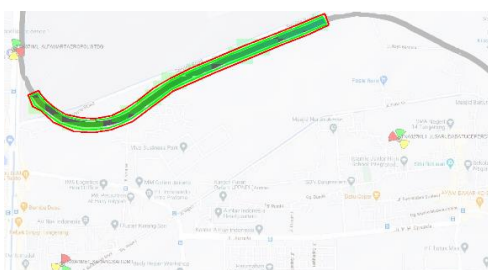
Berikut merupakan kondisi *coverage* RSRP sebelum perbaikan *Bad Spot* 2



GAMBAR 17
KONDISI *COVERAGE* RSRP SEBELUM PERBAIKAN PADA *BAD SPOT* 2

Gambar 17 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna biru muda yang artinya nilai RSRP rendah dengan nilai rata-rata sebesar $-116,98$ dBm. Nilai RSRP belum mencapai standar KPI, maka perbaikan yang akan digunakan yaitu *physical tuning* dan *power configuration*.

Berikut merupakan kondisi *coverage* sebelum perbaikan untuk nilai SINR *Bad Spot* 2



GAMBAR 18
KONDISI *COVERAGE* SINR SEBELUM PERBAIKAN PADA *BAD SPOT* 2

Gambar 18 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna hijau yang artinya nilai SINR rendah dengan nilai rata-rata sebesar $4,04$ dB. Nilai SINR belum mencapai standar KPI, maka perbaikan yang akan digunakan yaitu *physical tuning* dan *power configuration*.

Berikut merupakan kondisi *coverage* sebelum perbaikan untuk nilai *throughput* pada *Bad Spot* 2



GAMBAR 19
KONDISI *COVERAGE THROUGHPUT* SEBELUM PERBAIKAN PADA *BAD SPOT* 2

Gambar 19 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna biru muda yang artinya nilai *throughput* sudah bagus dengan nilai rata-rata sebesar 15.163 kbps. Karena nilai *throughput* sudah mencapai standar KPI maka tidak dibutuhkan perbaikan.

2. Analisis Perbaikan di *Bad Spot* 2

Wilayah *bad spot* 2 dijadikan sebagai objek penelitian dengan alasan pola pengarahannya pancaran antenna kurang optimal dan daya sinyal yang dipancarkan kurang memenuhi target yang diinginkan. *Physical tuning* sebagai pola perbaikan pengarahannya pancaran antenna. Parameter yang diubah adalah *Mechanical Tuning*, tinggi antenna, dan Azimuth. Untuk mengoptimalkan daya sinyal yang dipancarkan, solusi yang ditawarkan adalah *power configuration*, dimana daya sinyal yang dipancarkan dapat mencakup wilayah yang memiliki nilai RSRP, SINR, dan *throughput* yang dituju. Pada penelitian ini menggunakan 3 *site* dengan total ada 9 *transmitter* yang dilakukan perbaikan yaitu TNA0027ML1_JLGARUDABATUCEPERDMT dengan PCI_225, 226, dan 227, TNX04IME1I_KARANGSARIDMT dengan PCI_84, 85, dan 86 dan TNX871ML_ALFAMARTAEROPOLISTBG dengan PCI_36, 37, 38.

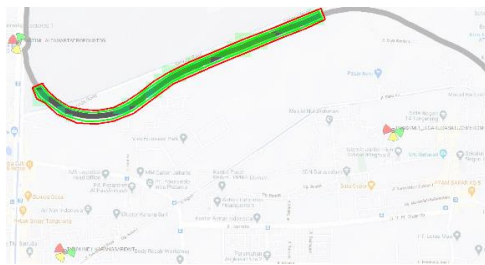
TABEL 11
PERUBAHAN NILAI PARAMETER PERBAIKAN *BAD SPOT* 2

Nama Site	PCI (T)	MT (B) ⁰	MT (A) ⁰	PA (B) ⁰	PA (A) ⁰	TA (B) m	TA (A) m	DP (B) dbm	DP (A) dbm
TNA027ML1_JLGARUDABATUCEPERDMT	225	2	2	100	10	30	30	43	43
	226	2	2	180	130	30	27	43	43
	227	2	2	280	292	30	30	43	43

TNX041ME I_KARAN GSARIDM T	84	2	2	90	146	27	27	43	35
	85	2	2	220	245	27	30	43	35
	86	2	2	300	28	27	30	43	43
TNX871ML ALFAMA RTAEROP OLISBTG	36	2	2	20	20	21	21	43	43
	37	2	2	195	180	21	30	43	43
	38	2	2	300	105	21	30	43	43

Tabel 11 menunjukkan perubahan nilai parameter transmitter pada *bad spot 2*

Berikut merupakan kondisi *coverage* setelah melakukan perbaikan untuk nilai RSRP pada *bad spot 2*



GAMBAR 20

KONDISI *COVERAGE* RSRP SETELAH PERBAIKAN PADA *BAD SPOT 2*

Gambar 20 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna hijau muda yang artinya nilai RSRP sudah bagus dengan nilai rata-rata sebesar -94,65 dBm dan nilai RSRP sudah mencapai standar KPI.

Berikut merupakan kondisi *coverage* setelah melakukan perbaikan untuk nilai SINR pada *bad spot 2*



GAMBAR 21

KONDISI *COVERAGE* SINR SETELAH PERBAIKAN PADA *BAD SPOT 2*

Gambar 21 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna merah yang artinya nilai SINR sudah bagus dengan nilai rata-rata sebesar 29,52 dB dan nilai SINR sudah mencapai standar KPI.

Berikut merupakan kondisi *coverage* setelah melakukan perbaikan untuk nilai *throughput* pada *bad spot 2*



GAMBAR 22

KONDISI *COVERAGE THROUGHPUT* SETELAH PERBAIKAN PADA *BAD SPOT 2*

Gambar 22 menunjukkan bagian *coverage focus zone* berwarna kuning yang artinya nilai *throughput* sudah bagus dengan nilai rata-rata sebesar 35.214 kbps.

Setelah melihat hasil perbaikan parameter yang ada pada Tabel 8, maka dapat dibuat perbandingan antara nilai sebelum perbaikan dengan nilai sesudah perbaikan seperti pada Tabel 12

TABEL 12
PERBANDINGAN NILAI SEBELUM DAN SESUDAH PERBAIKAN *BAD SPOT 2*

Nilai	Sebelum	Sesudah
RSRP	-116,98 dBm	-94,65 dBm
SINR	4,04 dB	29,52 dB
<i>Throughput</i>	13.749 kbps	35.214 kbps

Tabel 12 menunjukkan bahwa nilai RSRP, SINR dan *throughput* mengalami peningkatan dan masing-masing nilai sudah memenuhi standar KPI.

C. Hasil Analisa Perbaikan *Coverage*

Setelah melakukan perbaikan dengan menggunakan skenario *physical tuning* dan *power configuration* pada dua *bad spot*, maka didapatkan hasil jaringan LTE dengan tinjauan *coverage* jalur kereta railink Stasiun Soekarno-Hatta sampai Stasiun Batuceper mengalami sebuah peningkatan performansi jika dibandingkan dengan keadaan performansi eksisting dan semua nilai parameter yang dianalisis seperti parameter RSRP, SINR dan *throughput* sudah memenuhi target parameter KPI.

TABEL 13
KONDISI NILAI SIMULASI PARAMETER PERBAIKAN

Kasus	Sebelum Perbaikan	Perbaikan yang dilakukan	Setelah Perbaikan	Target KPI	Kesimpulan
<i>Low RSRP (Bad Spot 1)</i>	-103,73 dBm	1. <i>Physical Tuning (Mechanical Tuning, Pola Azimuth, dan Tinggi Antena)</i> 2. <i>Power Configuration</i>	-94,05 dBm (+9,68 dBm)	-95 dBm	Memenuhi Target KPI
<i>Low SINR (Bad Spot 1)</i>	9,68 dB	1. <i>Physical Tuning</i>	16,54 dB (+6,86)	13 dB	Memenuhi Target KPI

		(Mechanical Tuning, Pola Azimuth, dan Tinggi Antena) 2. Power Configuration	dB)		
Excellent Throughput (Bad Spot 1)	56.303 kbps	1. Physical Tuning (Mechanical Tuning, Pola Azimuth, dan Tinggi Antena) 2. Power Configuration	94.160 kbps(+37,857 kbps)	14.000 kbps	Memenuhi Target KPI
Low RSRP (Bad Spot 2)	-116,98	1. Physical Tuning (Mechanical Tuning, Pola Azimuth, dan Tinggi Antena) 2. Power Configuration	-94,65 dBm (+22,33 dBm)	-95 dBm	Memenuhi Target KPI
Low SINR (Bad Spot 2)	4,04	1. Physical Tuning (Mechanical Tuning, Pola Azimuth, dan Tinggi Antena) 2. Power Configuration	29,52 dB (+25,48 dB)	13 dB	Memenuhi Target KPI
Excellent Throughput (Bad Spot 2)	15.163	1. Physical Tuning (Mechanical Tuning, Pola Azimuth, dan Tinggi Antena) 2. Power Configuration	35.214 kbps (+20.051 kbps)	14.000 kbps	

Nilai parameter RSRP, SINR, dan *throughput* mengalami sebuah peningkatan performansi yang terlihat pada Tabel 13. Dari hasil parameter yang dianalisis dapat ditarik kesimpulan bahwa skenario *physical tuning* dan *power configuration* layak untuk dijadikan saran perbaikan performansi, sehingga pada perbaikan *coverage area* sudah sesuai dengan parameter KPI. Tetapi selain memiliki pengaruh positif pada optimasi, perubahan pada *physical tuning* dan *power configuration* dapat memiliki pengaruh *negatif* contohnya dapat terjadinya interferensi dan juga untuk ketinggian antena dapat membuat dari segi kebutuhan *cost operasional* menjadi lebih besar.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis permasalahan di wilayah yang butuh perbaikan didapatkan nilai dengan rata-rata parameter RSRP pada jaringan eksisting -116,98 dBm menjadi -94,65 dBm dan nilai RSRP sudah memenuhi syarat KPI, Untuk nilai SINR didapatkan nilai dengan rata-rata pada jaringan eksisting 4,63 dB menjadi 29,52 dB dimana nilai SINR sudah memenuhi syarat KPI, untuk nilai *throughput* didapatkan nilai rata-rata parameter pada jaringan eksisting adalah 15.163 kbps menjadi 35.214 kbps dimana nilai *throughput* sudah memenuhi syarat

KPI dan dengan dilakukannya dua usulan perbaikan yaitu *Physical Tuning* dan *Power configuration* dapat membuat nilai-nilai parameter RSRP, SINR, dan *throughput* meningkat dan dapat memenuhi syarat KPI dan dapat menangani permasalahan pada jaringan eksisting.

REFERENSI:

- [1] E. A. Ibrahim, E. F. Badran, and M. R. M. Rizk, "An optimized LTE measurement handover procedure for high speed trains using WINNER II channel model," *Proc. -Asia-Pasific Conf. Commun. APCC 2016*, pp. 197-203, 2016, doi: 10.1109/APCC.2016.7581505.
- [2] "Railink | Stasiun Kereta Api Bandara." <https://www.railink.co.id/train/id> (accessed Feb. 13, 2020)
- [3] F. Yang, H. Deng, F. Jiang, and X. Deng, "Handover Optimization Algorithm in LTE High-Speed Railway Environment," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 84, no. 2, pp. 1577-1589, 2015, doi: 10.1007/s11277-015-2704-8.
- [4] Muhammad Haftdh, U. K. Usman, and H. Vidyaningtyas, "Analisa Dan Optimasi Bad Coverage Pada Jaringan 40 Lte 1800 Mhz (Studi Kasus Daerah Pengamatan Tanjakan Mauk Tangerang Selatan)," vol. 6, no. 1, pp. 208-216, 2019
- [5] E. P. Sari, Usman, Uke Kurniawan, and N. Andini, "Analisa Perbaikan Coverage Area Jaringan Lte Pada Jalur Atas Tanah (Asean – Lebak Bulus) Di Jalur Mass Rapid Transit (Mrt) Jakarta" pp. 1–9.
- [6] C. Cox, *An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE, VoLTE and 4G Mobile Communications: Second Edition.* vol. 9781118818. 2014.
- [7] H. M. T. Al-Hilfi and A. S. Daghah, "Effects of varying lte link budget parameters on mapl and cell range," *J. Commun.*, vol. 15, no. 7, pp. 583–587, 2020, doi: 10.12720/jcm.15.7.583-587.
- [8] A. Elnashar, M. A. El-Saidny, and M. R. Sherif, *Design, Deployment and Performance of 4G-LTE Networks: A Practical Approach.* Wiley Blackwell, 2014.
- [9] D. L. Tamtama and E. Y. D. Utami, "Analisis Kinerja Coverage & Kualitas Sinyal 4G Lte Pada Operator Seluler Di Kota Purbalingga," *Media Elektr.*, vol. 10, no. 2, p. 8, 2017.
- [10] S. Yusnita, Y. Saputra, D. Chandra, and P. Maria, "Peningkatan Kualitas Sinyal 4G Berdasarkan Nilai KPI Dengan Metode Drivetest Cluster Padang," *Elektron J. Ilm.*, vol. 11, no. 2, pp. 43–48, 2019, doi: 10.30630/eji.11.2.103.
- [11] X. Zhang, *LTE Optimization Engineering Handbook.* 2017.