

# Analisa dan Optimasi Pengaruh *Physical Tuning* Terhadap *Handover Failure* Pada Jaringan 4G LTE Di Kecamatan Kuranji

Tri Utari Angela F<sup>1</sup>, Siska Aulia<sup>2\*</sup>, Popy Maria<sup>3</sup>, Ratna Dewi<sup>4</sup>, Ramiati<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang, Jl. Limau Manih Padang, 25164, Indonesia

\*Corresponding Author : [siskaaulia@pnp.ac.id](mailto:siskaaulia@pnp.ac.id)

**Abstrak** — Telah dilakukan pengambilan data dengan metode *drivetest* untuk mengetahui kualitas dan permasalahan pada jaringan 4G LTE di Kecamatan Kuranji, Kota Padang. Tujuan penelitian untuk mengetahui adanya *handover failure* dan melakukan optimasi *handover failure* pada jaringan 4G LTE dengan metode *physical tuning* di Kecamatan Kuranji. Metode penelitian yaitu *physical tuning* untuk perencanaan optimalisasi jaringan menggunakan software Atoll. Hasil penelitian diperoleh 2 titik *handover failure*; pada titik 1 *handover failure latitude* -0,9133879 dan *longitude* 100,4189513 dilayani oleh site Kuranji 3 cell id 326 sec 3 optimasi *tilting* antena dari 2° menjadi 6,5°, site Kuranji cell id 55 sec 2 optimasi *re-azimuth* dari 140° menjadi 100°, *tilting* antena dari 2° menjadi 3,5°, tinggi antena dari 23m menjadi 31m. Pada titik 2 *handover failure latitude* -0,8906544 dan *longitude* 100,4185787 dilayani oleh site Belimbing cell id 131 sector 3 terjadi *overshoot* dilakukan *tilting* antena dari 2° menjadi 8° dan site area *handover failure* terjadi *overshoot* site Belimbing cell id 130 sec 2 *tilting* antena dari 2° menjadi 8°. Optimasi *physical tuning* mampu mencakup area *handover failure* dan meningkatkan nilai kualitas peromansi total *coverage* kuat sinyal RSRP dari 33,46% menjadi 33,74%, SINR dari 81,7% menjadi 81,57 %, dan *Throughput* hasil optimasi tetap sama yaitu 100%.

**Kata Kunci** : 4G LTE, *Drivetest*, *Handover Failure*, *Physical Tuning*.

**Abstract** — *Data collection has been carried out using the drivetest method to determine the quality and problems of the 4G LTE network in Kuranji District, Padang City. The aim of the research is to determine the existence of handover failure and optimize handover failure on the 4G LTE network using the physical tuning method in Kuranji District. The research method is physical tuning for network optimization planning using Atoll software. The research results obtained 2 points of handover failure; at point 1 handover failure latitude -0.9133879 and longitude 100.4189513 served by site Kuranji 3 cell id 326 sec 3 optimization of antenna tilting from 2° to 6.5°, site Kuranji cell id 55 sec 2 optimization of re-azimuth from 140° to 100°, antenna tilting from 2° to 3.5°, antenna height from 23m to 31m. At point 2 handover failure latitude -0.8906544 and longitude 100.4185787, the site serving the Belimbing cell ID 131 sector 3 overshoot occurs, the antenna is tilted from 2° to 8° and the site serving the handover failure area occurs, the Belimbing site cell ID 130 sec 2 tilts the antenna. from 2° to 8. Optimization of physical tuning is able to cover handover failure areas and increase the total performance quality value of RSRP signal strength coverage from 33.46% to 33.74%, SINR from 81.7% to 81.57%, and Throughput optimization results remain the same at 100%.*

**Keywords** : 4G LTE, *Drivetest*, *Handover Failure*, *Physical Tuning*.

© 2024 Elektron Jurnal Ilmiah

## I. PENDAHULUAN

Pada saat ini teknologi 4G LTE berkembang pesat dan banyak digunakan untuk kelangsungan koneksi komunikasi. Pengguna komunikasi menginginkan komunikasi tanpa batas tidak hanya dalam keadaan diam, tetapi juga dalam keadaan bergerak, sehingga muncul komunikasi bergerak, keunggulan komunikasi bergerak adalah *handover* [1].

*Handover* merupakan proses perpindahan antara satu kanal trafik dengan kanal trafik lainnya yang bertujuan untuk menjaga kualitas panggilan agar tidak terputus ketika MS keluar dari satu sel menuju sel lainnya [2]. Kegagalan proses *handover* merupakan *Handover failure* yang dapat menurunkan kualitas jaringan dan menyebabkan timbulnya permasalahan *handover failure*. Penyebab *handover failure* yaitu area

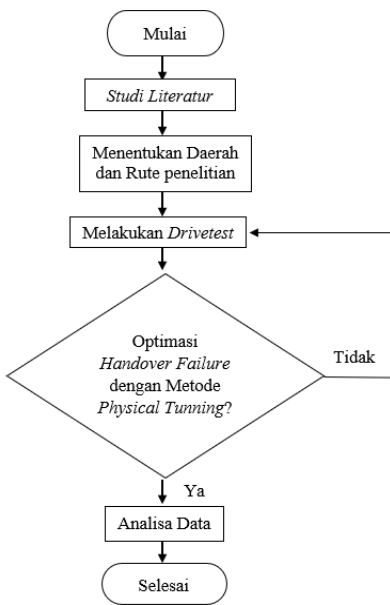
cakupan buruk, interferensi tinggi, dan masalah antena hardware BTS [3]. Masalah *handover failure* dan kualitas sinyal jaringan dapat diketahui dengan kegiatan *drivetest* [4].

Berdasarkan referensi pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Analisis Handover Jaringan 4G Telkomsel Di Palembang Pada PT. Metro Global Service” analisa kegagalan *handover* jaringan 4G telkomsel meliputi *uplink* dan *downlink*. Sehingga dapat diketahui penyebab terjadinya kegagalan *handover* tersebut, serta mencari solusi dari hasil pengukuran dan perhitungan data yang didapat, agar pengguna operator saat sedang melakukan *uplink* dan *downlink* tetap berjalan dengan baik dan pengguna merasa puas pada jaringan yang sedang digunakan user tersebut. Parameter kualitas jaringan mengenai *handover* LTE yaitu RSRP, SINR, *Throughput* dan PCI

[5]. Metode optimalisasi untuk mengatasi *handover failure* yang tepat yaitu *physical tuning* dengan mengubah atau mengatur fisik antenna BTS, metode ini digunakan untuk meningkatkan kualitas sinyal jaringan sehingga mampu mencakup area *handover failure* dengan baik [6]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya *handover failure*, melakukan optimasi *handover failure* dengan metode *physical tuning*, menganalisa serta mengetahui pengaruh *physical tuning* terhadap masalah *handover failure* pada jaringan 4G LTE di Kecamatan Kuranji, Kota Padang.

**II. METODE**

Metode penelitian dilakukan seperti pada Gambar 1 blok diagram alur penelitian berikut ini.



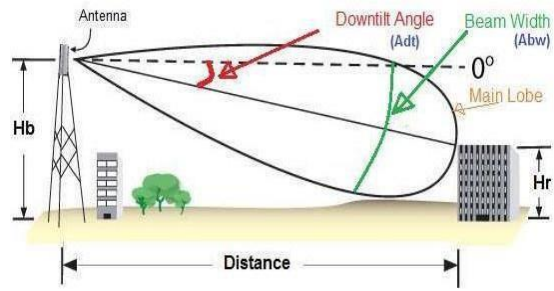
Gambar 1. Blok Diagram Alur Penelitian

Dilakukan pengambilan data pada jaringan 4G LTE menggunakan operator Telkomsel di Kecamatan Kuranji dengan kegiatan *drivetest* pada bulan mei 2023. Penelitian ini pada titik yang mengalami *handover failure* dilakukan optimasi jaringan menggunakan software Atoll dengan metode *Physical Tunning*.

HOSR (*Handover Success Rate*) merupakan perbandingan jumlah *handover* yang berhasil terhadap seluruh permintaan. HOSR dapat dihitung dengan rumus 1 berikut [7] :

$$HOSR = \frac{\text{Jumlah HO Success Rate} \times 100\%}{\text{Jumlah HO Attempt}} \quad (1)$$

*Physical Tunning* adalah metode optimasi jaringan telekomunikasi yang dilakukan pada perangkat antenna di *eNodeB* dengan cara mengatur perangkat fisik antenna yaitu mengatur tinggi antenna, menentukan arah antenna (*Re-azimuth* Antenna), pengaturan sudut kemiringan antenna (*Tilting* Antenna) [8]. Perhitungan *tilting*, jarak jangkauan serta tinggi antenna mengacu pada gambar 2, 3 dan rumus berikut :



Gambar 2. *Tilting* Antenna [8]

$$Tilt = \tan^{-1} \frac{Hb - Hr}{\text{Jarak}} \quad (2)$$

$$\text{Jarak mainbeam} = \frac{Hb - Hr / \tan A}{1000} \quad (3)$$

Dimana :

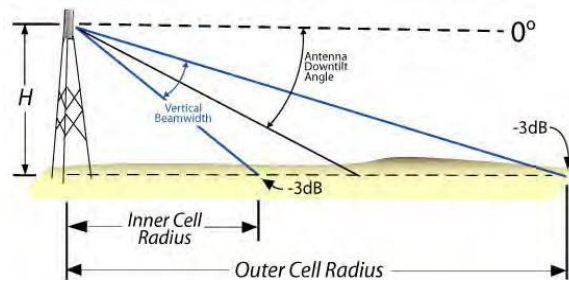
Hb : Tinggi antenna (m)

Hr : Tinggi lokasi yang dituju (1-10 m)

A = *Mechanical tilt* + *Electrical tilt*

BW : *Vertical beamwidth* pada antenna

Pancaran sinyal antenna memiliki batas dalam dan batas luar jarak jangkauan antenna, dimana antenna dapat beroperasi secara optimal yang ditunjukkan pada gambar 3 berikut yang merupakan perhitungan dan rumus [9] :



Gambar 3. Batas Dalam dan Luar Pemancar [9]

$$\text{Inner Radius Coverage} = \frac{(Hb - Hr)}{\tan(A + \frac{BW}{2})} \quad (4)$$

$$\text{Outer Radius Coverage} = \frac{(Hb - Hr)}{\tan(A - \frac{BW}{2})} \quad (5)$$

Ketika daya pancar antenna terhalang oleh *obstacle* sehingga tidak memenuhi LOS (*Line Of Sight*), maka perubahan ketinggian antenna bisa dihitung dengan persamaan [8] :

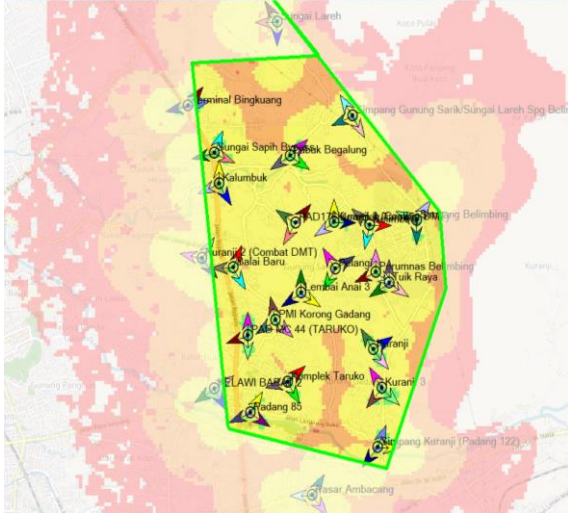
$$Hb = (\text{jarak (m)} \tan^{-1} A) + Hr \quad (6)$$

Ketinggian pemasangan antenna dapat diubah berdasarkan pada ketinggian halangan di area pancaran antenna sehingga penerimaan sinyal tidak hilang. Dimana kondisi antenna pemancar dan penerima dapat saling "melihat" satu sama lain tanpa ada halangan dalam batas-batas tertentu [8].

**III.HASIL DAN PEMBAHASAN**

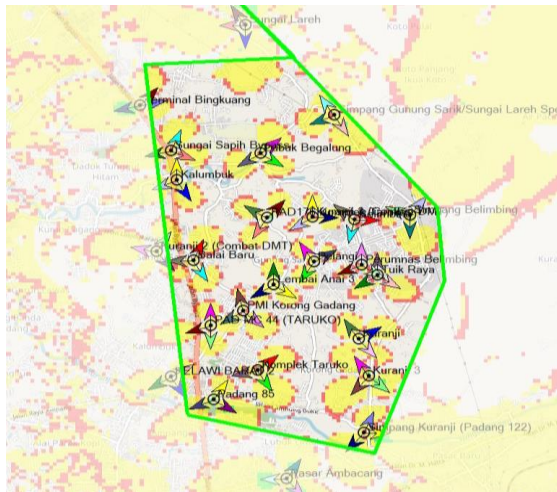
**A. Coverage Area Sebelum Dilakukan Optimasi**

Hasil dari *drive test* didapatkan beberapa parameter yang akan dilakukan analisa dan optimasi yaitu RSRP, SINR, dan *Throughput*. Gambar 4-6 dibawah ini merupakan hasil *coverage area* sebelum dilakukan optimasi.



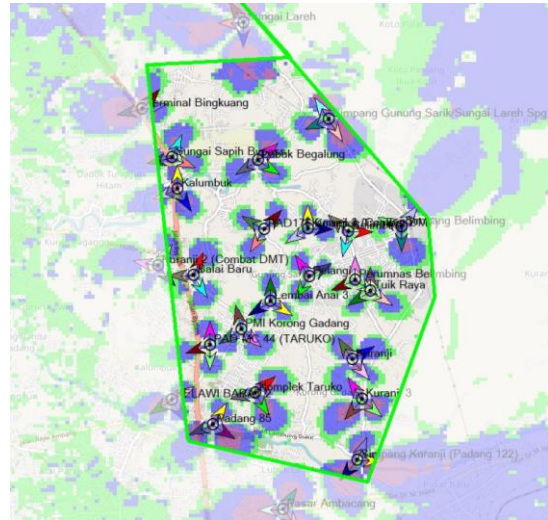
Gambar 4. Coverage Area RSRP Sebelum Optimasi

Gambar 4 merupakan *coverage area* RSRP sebelum optimasi berdasarkan data *Key Performance Indicator* Telkomsel dari masing-masing site yang mencakup area pada wilayah Kecamatan Kuranji menggunakan *software Atoll*. Semakin jauh jangkauan sinyal yang dipancarkan semakin buruk kekuatan sinyal yang diperoleh *user*.



Gambar 5. Coverage Area SINR Sebelum Optimasi

Gambar 5 merupakan *coverage area* SINR sebelum optimasi berdasarkan data *Key Performance Indicator* dari masing-masing site yang mencakup area pada wilayah Kecamatan Kuranji menggunakan *software Atoll*. Semakin jauh jangkauan sinyal yang dipancarkan semakin buruk kekuatan sinyal yang diperoleh *user*.

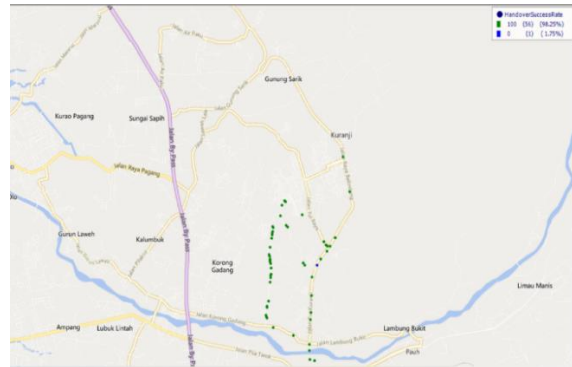


Gambar 6. Coverage Area Throughput Sebelum Optimasi

Gambar 6 merupakan *coverage area Throughput* sebelum optimasi berdasarkan data *Key Performance Indicator* masing-masing site yang mencakup area pada wilayah Kecamatan Kuranji menggunakan *software Atoll*. Semakin jauh jangkauan sinyal yang dipancarkan semakin buruk kekuatan sinyal yang diperoleh *user*.

**B. Hasil Plotting Handover**

*Handover Success Rate* merupakan presentase tingkat keberhasilan proses *handover* tanpa terjadinya pemutusan saat *handover* sedang berlangsung. Gambar 7 merupakan hasil *plotting handover success rate*.



Gambar 7. Hasil Plotting Handover Success Rate

Tabel 1. Event Handover Success Rate

Event Handover Success Rate	Jumlah
Handover Attemp	57 Titik
Handover Success Rate	56 Titik

Berdasarkan *event* maka diperoleh nilai HOSR. Berikut perhitungan HOSR dengan persamaan 1.

$$HOSR = \frac{Jumlah\ HO\ Success\ Rate \times 100\%}{Jumlah\ HO\ Attemp}$$

$$HOSR = 56 \times \frac{100\%}{57} = 98,24\%$$

Jadi HOSR memiliki nilai sebesar 98,24% yang disebabkan oleh 1 titik *handover failure* sehingga terjadi penurunan *mobility* sebesar 1,76% karena terjadinya penurunan *mobility* maka diperlukan

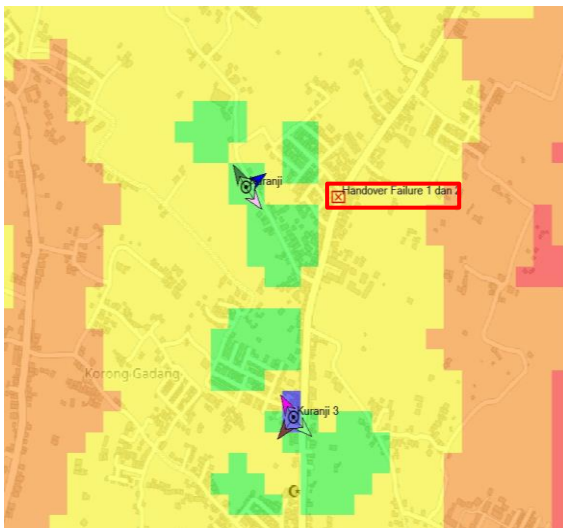
optimasi pada wilayah penelitian. Optimasi dilakukan untuk meningkatkan kualitas sinyal sehingga dapat mengurangi terjadinya kegagalan dalam proses *handover* (*handover failure*).

### C. Optimasi *Handover Failure*

Optimasi jaringan pada titik *handover failure* menggunakan *software atoll* dengan metode *physical tuning*. Dari hasil *drivetest* pada wilayah penelitian terdapat 2 titik *handover failure*, Gambar 8 merupakan optimasi 2 titik *handover failure*.

#### 1. Optimasi Titik 1 *Handover Failure*

Titik 1 yaitu *EUTRAN Inter Frequency Handover Failure* dengan *latitude* -0,9133879 dan *longitude* 100,41890513 dilayani oleh site Kuranji 3 dengan cell id 326 sector 3, Gambar 8 menunjukkan titik 1 *handover failure* sebelum dilakukan optimasi.



Gambar 8. Titik 1 *Handover Failure* Sebelum dilakukan Optimasi

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat terdapat *handover failure* yang akan dilakukan optimasi *tilt* antenna dengan jarak 330 m agar dapat mencakup area dan meningkatkan kualitas sinyal.

$$\begin{aligned} Tilt &= \tan^{-1} \frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak (m)}} \\ &= \tan^{-1} \frac{(40 - 2)}{330 \text{ m}} \\ &= \tan^{-1} 0,115 \\ &= 6,5^\circ \end{aligned}$$

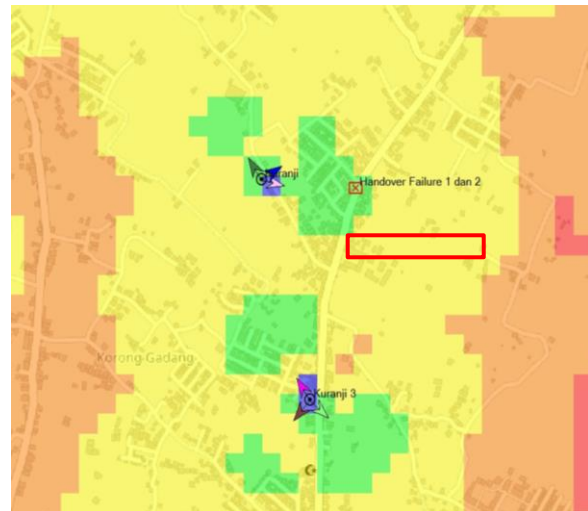
Selanjutnya optimasi site yang berada dekat pada titik *handover failure* agar dapat mencakup dan meningkatkan kualitas sinyal yaitu site Kuranji, cell identy 55, sector 2 dengan reazimuth dari  $140^\circ$  menjadi  $100^\circ$ . Kemudian optimasi *tilt* antenna dengan jarak sinyal terluar 350m serta optimasi tinggi antenna.

$$\begin{aligned} Tilt &= \tan^{-1} \frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak (m)}} \\ &= \tan^{-1} \frac{(23 - 2)}{350 \text{ m}} \\ &= \tan^{-1} 0,06 \\ &= 3,4^\circ \sim 3,5^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hb &= (\text{jarak (m)} \times \tan^{-1} A) + Hr \\ &= (350 \text{ m} \times \tan^{-1} 9,5) + 2 \\ &= 29 + 2 \end{aligned}$$

= 31 m

Setelah dilakukan optimasi *physical tuning* dapat dilihat dari Gambar 9 terjadi peningkatan daya kuat sinyal pada titik *handover failure* 1.

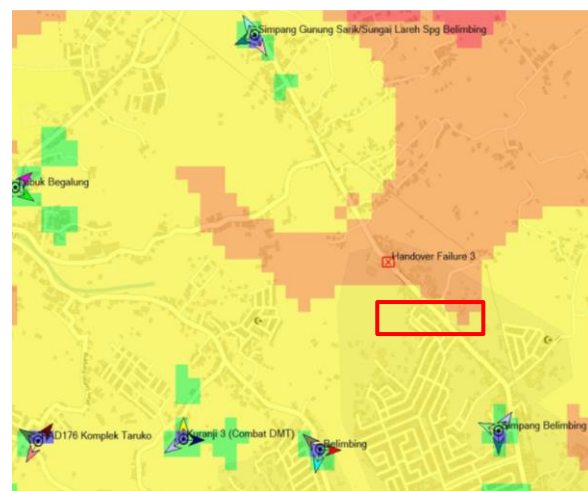


Gambar 9. Titik 1 *Handover Failure* Sesudah dilakukan Optimasi

Berdasarkan Gambar 9 diatas dapat dilihat terjadi peningkatan pada titik *handover failure* 1 yang mana sebelum optimasi nilai parameter *legend* berwarna kuning kemudian setelah optimasi nilai parameter *legend* menjadi warna hijau sehingga dapat mencakup titik *handover failure* dengan baik dan meningkatkan kualitas sinyal jaringan pada wilayah tersebut.

#### 2. Optimasi Titik 2 *Handover Failure*

Titik 2 yaitu *EUTRAN Inter Frequency Handover Failure* termasuk *Intra Handover Failure* dengan *latitude* -0,8906544 dan *longitude* 100,4185787 dilayani oleh site Belimbing, cell id 131, sector 3 gambar 10 dibawah ini merupakan titik 2 *handover failure* sebelum dilakukan optimasi.



Gambar 10. Titik 2 *Handover Failure* Sebelum dilakukan Optimasi

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat terdapat *handover failure* yang akan dilakukan optimasi *tilt* antenna dengan jarak 420 m agar dapat mencakup area dengan baik dan meningkatkan kualitas.

$$\begin{aligned} Tilt &= \tan^{-1} \frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak (m)}} \\ &= \tan^{-1} \frac{(62 - 2)}{420 \text{ m}} \\ &= \tan^{-1} 0,142 \\ &= 8^\circ \end{aligned}$$

Dan pada area titik *handover failure* juga dilakukan optimasi *tilting* antenna site Belimbing, cell id 130, sec 2 dengan jarak 430m.

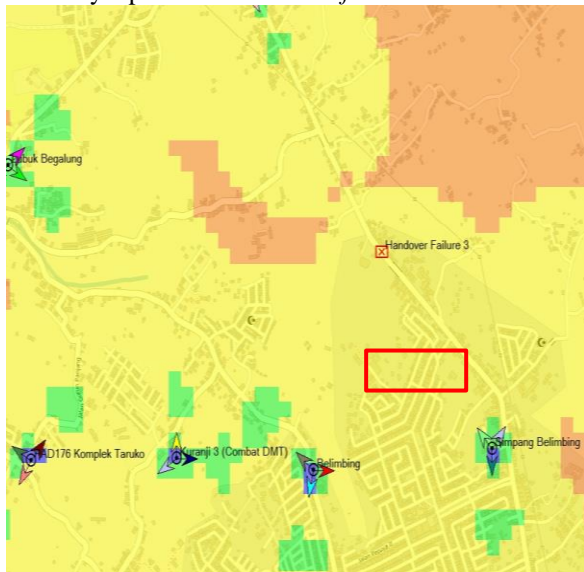
$$\begin{aligned} Tilt &= \tan^{-1} \frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak (m)}} \\ &= \tan^{-1} \frac{(62 - 2)}{430 \text{ m}} \\ &= \tan^{-1} 0,139 \\ &= 7,9^\circ \sim 8^\circ \end{aligned}$$

Serta pada area titik *handover failure* juga dilakukan optimasi *tilting* antenna site Komplek Taruko, cell id 285, sec 1 dengan jarak 370m.

$$\begin{aligned} Tilt &= \tan^{-1} \frac{(Hb - Hr)}{\text{jarak (m)}} \\ &= \tan^{-1} \frac{(41 - 2)}{390 \text{ m}} \\ &= \tan^{-1} 0,10 \\ &= 6^\circ \end{aligned}$$

Dan *Re-azimuth* site Simpang Belimbing, cell id 8, sector 3 dari 290° diubah menjadi 320°.

Setelah dilakukan optimasi *physical tuning* dapat dilihat dari Gambar 11 dibawah ini terjadi peningkatan kuat sinyal pada titik *handover failure* 2.



Gambar 11. Titik 2 *Handover Failure* Sesudah dilakukan Optimasi

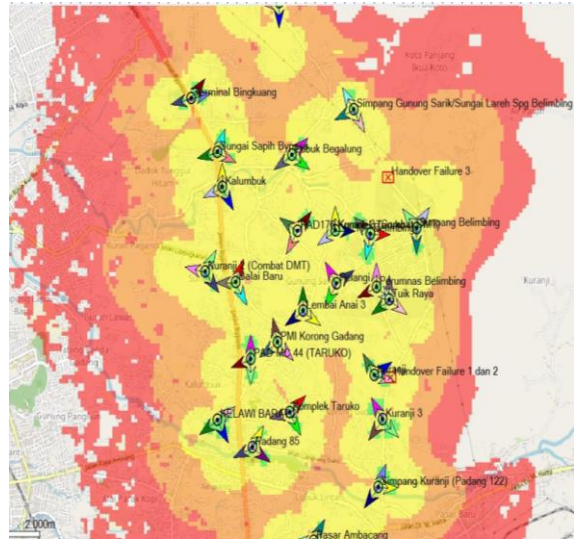
Berdasarkan Gambar 11 terjadi peningkatan pada titik *handover failure* 2 yang mana sebelum optimasi nilai parameter *legend* berwarna *orange* kemudian setelah optimasi nilai parameter *legend* menjadi warna kuning sehingga dapat mencakup area dengan baik dan meningkatkan kualitas sinyal jaringan pada wilayah *handover failure* tersebut.

#### D. Coverage Area Setelah Dilakukan Optimasi

Setelah dilakukan optimasi dengan metode *physical tuning* dapat dilihat terjadi perubahan dan peningkatan pada nilai parameter jaringan yaitu RSRP, SINR, dan *Throughput*.

### 1. RSRP

RSRP merupakan parameter tingkat kekuatan sinyal yang diterima oleh *user* dalam satuan dBm. Semakin jauh jarak *user* dengan *eNodeB* maka semakin lemah nilainya, begitu sebaliknya. Gambar 10 dibawah ini merupakan *coverage area* RSRP setelah dilakukan optimasi [10].



Gambar 10. Coverage Area RSRP Sesudah Optimasi

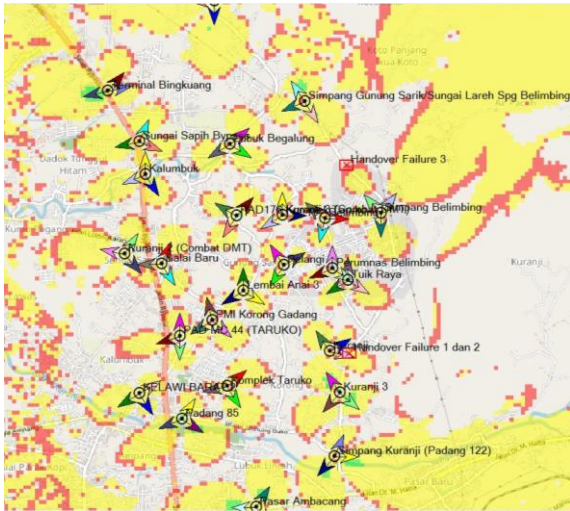
Tabel 2. Sebelum dan Sesudah Optimasi RSRP

Reference Signal Received Power Range (dBm)	RSRP Level	Presentase Optimasi	
		Sebelum	Sesudah
-75 sampai 0	Excellent	0,12%	0,13%
-85 sampai -75	Very Good	1,62%	1,84%
-100 sampai -85	Good	31,72%	31,76%
-110 sampai -100	Fair	25,69%	25,53%
-120 sampai -110	Poor	40,84%	40,74%

Berdasarkan Tabel 2 dilakukan perhitungan total *coverage area* kuat sinyal RSRP nilai parameter KPI Telkomsel yang memenuhi standar  $\geq -100 = \%RSRP \text{ Good} + \%RSRP \text{ Very Good} + \%RSRP \text{ Excellent}$ . Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh total *coverage area* RSRP sesudah dilakukan optimasi adalah 33,74% dari 33,46% sebelum dilakukan optimasi, yang mana terdapat peningkatan kekuatan daya sinyal.

### 2.SINR

SINR merupakan parameter perbandingan kekuatan sinyal yang diterima dengan interferensi yang diterima oleh *user* dalam satuan dB yang menyatakan tingkat kualitas sinyal. Berikut gambar 11 dibawah ini merupakan *coverage area* SINR setelah dilakukan optimasi [10].



Gambar 11. Coverage Area SINR Sesudah Optimasi

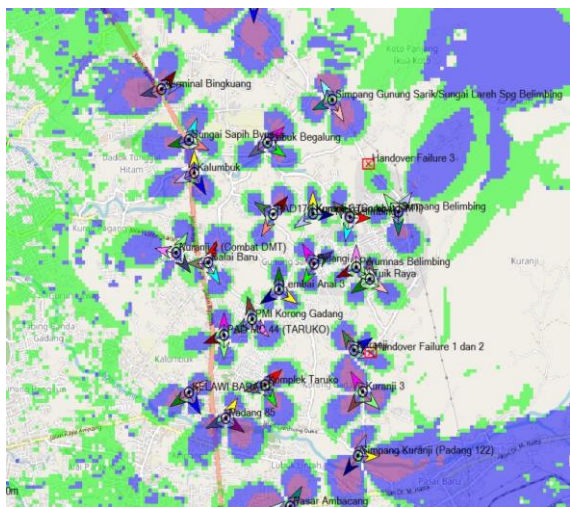
Tabel 3. Sebelum dan Sesudah Optimasi SINR

Signal to Interference Noise Ratio		Presentase Optimasi	
Range (dB)	SINR	Before	After
20 sampai 30	Excellent	0%	0,01%
13 sampai 20	Good	0,6%	0,65%
0 sampai 13	Fair	81,1%	80,82%
-15 sampai 0	Poor	18,3%	18,52%

Berdasarkan tabel 3 dilakukan perhitungan total *coverage area* kuat sinyal SINR nilai parameter KPI Telkomsel yang memenuhi standar  $>0 = \% \text{SINR Fair} + \% \text{SINR Good} + \% \text{SINR Excellent}$ . Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh total *coverage SINR* sesudah optimasi 81,57% dari 81,7% sebelum optimasi. Terjadinya penurunan nilai *coverage SINR* setelah optimasi karena beberapa faktor, seperti banyaknya *obstacle* dan interferensi pada wilayah tersebut.

3.Throughput

*Throughput* merupakan tingkat kecepatan transfer data dalam bit per detik (bps) [11]. Berikut gambar 12 *coverage area Throughput* setelah optimasi.



Gambar 12. Coverage Area Throughput Sesudah Optimasi

Tabel 4. Sebelum dan Sesudah Optimasi *Throughput*

Throughput Range (Kbit/s)	Throughput	Presentase Optimasi	
		Before	After
14.000 sampai 100.000	Excellent	5%	5,2%
7.000 sampai 14.000	Very Good	41,7%	41,5%
1.000 sampai 7.000	Good	53,3%	53,3%
512 sampai 1.000	Fair	0%	0%
512 sampai 0	Poor	0%	0%

Berdasarkan Tabel 4 dilakukan perhitungan total *coverage area* kuat sinyal *Throughput* berdasarkan nilai parameter KPI Telkomsel yang memenuhi standar  $>12\text{Mbps} = \% \text{Throughput Good} + \% \text{Throughput Very Good} + \% \text{Throughput Excellent}$ . Hasil perhitungan diperoleh total *coverage Throughput* setelah dan sebelum dilakukan optimasi hasil sama yaitu 100%.

IV.KESIMPULAN

Diperoleh dua titik *handover failure*. Titik 1 dengan latitude -0,9133879 longitude 100,4189513 dilayani oleh site Kuranji 3 cell id 326 sec 3 dilakukan optimasi *physical tuning* dengan *tilting* antena dari 2° menjadi 3,5°, tinggi antena dari 23m menjadi 31m Titik 2 dengan latitude -0,8906544 longitude 100,4185787 dilayani oleh Belimbing cell id 131 sector 3 terjadi *overshoot* dilakukan *tilting* antena dari 2° menjadi 8°, site melayani area *handover failure* terjadi *overshoot* Belimbing cell id 130 sec 2. Optimasi *physical tuning* mampu mencakup area *handover failure* dan meningkatkan nilai kualitas perfomansi total *coverage* kuat sinyal RSRP dari 33,46% menjadi 33,74%, SINR dari 81,7% menjadi 81,57 %, dan *Throughput* hasil optimasi tetap sama yaitu 100%.

REFERENSI

- [1] A. Rosyada, Z. Zurnawita, And D. Chandra, “Analisis Kualitas Handover 4G LTE Berdasarkan Parameter Drive Test di Jalur Kereta Api Padang-Pariaman.” *Tesla J. Tek. Elektro*, Vol. 24, No. 1, P 56, 2022, Doi: 10.24912/Tesla.V24i1.17753.
- [2] Y. Fatmi, A. Zainuddin, S. Mariyanto, A. Sasongko, And D. Test, “Analisa Kualitas Handover pada Jaringan 3G Berdasarkan Data Drive Test Menggunakan Software G \_ Nettrack dan Teme Mobile Insight di Wilayah Mataram”.
- [3] Y. P. Setiawan And E. Ihsanto, “Analisis Pengaruh Handover Failure pada Performansi Jaringan 4G LTE Berdasarkan Parameter Coverage & Quality Cluster Pekalongan Jawa Tengah,” Vol. 4, No. 1, Pp. 88–100, 2023.
- [4] W. Setiaji, A. Muayyadi, And ..., “Analisis Performansi Dan Optimasi Jaringan Long Term Evolution (LTE) pada Wilayah Tol Padaleunyi,” *Eproceedings ...*, Vol. 5, No. 1, Pp. 252–258, 2018.
- [5] M. I. Afwan, Nasron, And Suroso, “Analisis Handover Jaringan 4G Telkomsel di Palembang pada PT . Metro Global Service,” *Semin. Nas. Inov. Dan Apl. Teknol. Di Ind.*, Vol. 5, No. 3, Pp. 162–166, 2019.
- [6] H. Yuliana, S. Basuki, And H. R. Iskandar, “Peningkatan Kualitas Sinyal pada Jaringan 4G LTE dengan Menggunakan Metode Antenna Physical Tuning, Vol. 001, Pp. 1–10, 2019.
- [7] I. Larasati, Hafidudin, And F. Rizkiatna, “Optimasi Jaringan LTE di Area Cigadung Bandung LTE Network Optimization in Cigadung Bandung Area,” *E-Proceeding Appl. Sci.*, Vol. 3, No. 3, Pp. 2036–2043, 2017.
- [8] R. Sirait And I. Nurhidayanto, “Kajian Optimasi Jaringan Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Metode Physical Tuning di Kelurahan Bojong Nangka,” *Kilat*, Vol. 9, No. 2,

- Pp. 286–296, 2020.
- [9] H. Yulianto And S. M. , Munnik Haryanti, “Perbaikan dan Peningkatan Coverage Jaringan 4G LTE,” *J. Teknol. Ind.*, Vol. 10, No. 1, P. 6, 2021.
- [10] R. M. Zain, H. Putri, And D. Febriany, “Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Automatic Cell Planning ( ACP) di Kecamatan Sukajadi 4G LTE Network Optimization Using Automatic Cell Planning (ACP) Method in Sukajadi Sub-District,” Vol. 9, No. 2, Pp. 1232–1249, 2022.
- [11] M. I. Afwan, N. Nasron, And S. Suroso, “Optimalisasi Handover Jaringan 4G Telkomsel di Kota Palembang,” *Jurasik (Jurnal Ris. Sist. Inf. Dan Tek. Inform.*, Vol. 4, No. 1, P. 117, 2019, Doi: 10.30645/Jurasik.V4i1.124.