

# Analisis Coverage Planning dan Coverage Prediction di Existing Network eNodeB Jaringan 4G di Daerah Operasional Yogyakarta dan Magelang

Pilar Tiara Lelepadang<sup>1</sup>, Eva Yovita Dwi Utami<sup>2</sup>, Andreas Ardian Febrianto<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro,  
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,  
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga

<sup>1</sup>Rrrara922@gmail.com, <sup>2</sup>eva.utami@staff.uksw.edu, <sup>3</sup>andreas.febrianto@staff.uksw.edu

## Ringkasan

Untuk meningkatkan kinerja jaringan 4G yang merupakan jaringan uji coba di Yogyakarta dan Magelang maka harus dilakukan *coverage planning* pada daerah yang kurang optimal. Kurang optimalnya daerah ini dikarenakan cakupan dan kualitas *Radio Frequency* (RF) masih belum memenuhi standar yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Hal ini terlihat pada hasil *drive test* daerah operasional. Solusi yang permanen, yakni pembangunan *site* baru dapat mengoptimalkan RF yang belum memenuhi standar perusahaan. Selain itu, untuk menjaga kualitas *site* baru agar tidak terjadi interferensi maka perlu dilakukan perencanaan *Physical Cell Identity* (PCI). PCI merupakan identitas *site* yang berbentuk kode angka 0 sampai 503. Parameter RF yang diteliti ialah *Reference Signal Received Power* (RSRP) dan *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR). Analisis hasil *drive test* menurut parameter RF akan menghasilkan rekomendasi pembangunan *site* baru. Rekomendasi tersebut disimulasikan cakupan areanya dalam bentuk *coverage prediction* yang merupakan simulasi dengan *planning tools* U-Net. Dari hasil simulasi ini, didapatkan 50% cakupan area pada Yogyakarta memiliki RSRP yang semula -99,17 dBm menjadi -98,78 dBm dan untuk Magelang yang semula -96,51 dBm menjadi -95 dBm. Sementara, SINR pada Yogyakarta meningkat rata-ratanya dari 1,03 dB menjadi 1,18 dB dan pada Magelang meningkat rata-ratanya dari 2,23 dB menjadi 2,55 dB.

**Kata kunci:** Coverage Planning, RSRP, SINR, PCI

## 1. Pendahuluan

Kinerja jaringan 4G yang dibangun oleh PT.Indosat Ooredoo pada kurun waktu Maret 2016 hingga Agustus 2016 merupakan jaringan uji coba yang diklaim telah mencakup 95% daerah operasionalnya. Meskipun demikian, masih terdapat area yang memiliki distribusi RSRP dan SINR yang kurang optimal atau biasa disebut *bad spot area*. *Bad spot area* ini dapat dievaluasi dengan menggunakan hasil *drive test* yang menunjukkan distribusi parameter RF. Terdapat dua solusi untuk mengatasi masalah *bad spot area*, yakni konfigurasi antena, dan penambahan *site*. Contoh penerapan solusi dengan konfigurasi antena diteliti pada [1], dengan penelitian dilakukan di kota Purbalingga. Terdapat permasalahan yang timbul ketika dilakukan optimasi hanya dengan melakukan konfigurasi antena. Permasalahan tersebut ialah ketika cakupan

dikurangi maka daya, dalam hal ini disebut RSRP, juga akan menurun distribusinya. Kinerja RSRP yang turun akan mempengaruhi kualitas atau parameter SINR pada daerah operasional. Dalam penelitian ini dibahas solusi penambahan *site* untuk meningkatkan cakupan dan mengurangi *site* dominan yang menyebabkan interferensi. Sehingga dengan meningkatnya nilai RSRP maka SINR juga akan meningkat. Peningkatan SINR dapat membuat kanal *downlink* menjadi lebih baik. Selain itu, hal ini dianggap sebagai rekomendasi yang baik, mengingat jaringan 4G PT.Indosat Ooredoo pada rentang waktu Maret 2016 hingga Agustus 2016 masih tergolong jaringan uji coba.

Dalam penelitian ini, juga dilakukan pemberian skenario PCI pada penambahan *site*. Hal ini pernah dilakukan dengan kondisi pemberian PCI masih dalam kondisi *initial coverage planning*[2]. Berbeda dengan penelitian tersebut, pada penelitian ini dilakukan pemberian skenario PCI pada penambahan *site* di *existing network*. Pemberian PCI dilakukan agar tidak terjadi interferensi antar Reference Signal karena Reference Signal akan tergantung pada pemberian kode PCI.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Metode Pengambilan Data

#### 2.1.1. Drive Test

*Drive Test* ialah pengujian unjuk kerja jaringan telekomunikasi melalui hasil pengukuran *Key Paramater Indicator*. Metode *drive test* yang dilakukan mempunyai rute *drive test*. Hasil *drive test* yang merujuk rute *drive test* disebut *baseline area*, karena rute dirancang untuk mencerminkan distribusi trafik yang diharapkan dan distribusi area layanan. Kegunaan *baseline area* ialah untuk mengidentifikasi *badspot area*.

Pengumpulan data melalui *drive test* dilakukan dua kali, yaitu sesudah dilakukan *drive test* pertama pada bulan Maret 2016, dan setelah dilakukan *drive test* kedua pada bulan Agustus 2016.

#### 2.1.2. Engineer Parameter

Data kedua, berupa *engineer parameter* yang digunakan untuk membuat area yang berisi parameter perencanaan cakupan. Pengambilan data ini berdasarkan pada *drive test* pertama dan kedua. Selain itu, data yang digunakan berisi *database site* yang diberi kelompok sebagai berikut [3].

- a. Kelompok *site* terdiri nama dan tipe *site*
- b. Kelompok *transceiver*, meliputi:
  1. *Azimuth* untuk penentuan sektor dan *rute drive test*,
  2. Model antena yang digunakan,
  3. Tinggi antena yang digunakan,
  4. *Tilting* antena dan total kerugian transmisi.
- c. Kelompok *General*, meliputi:
  1. *Max Power* , yang menyatakan kuat transmisi
  2. *Frequency Band* , yang menyatakan frekuensi yang digunakan
  3. Model Transmisi, yang menyatakan konfigurasi *eNb* yang digunakan pada pengambilan data model transmisi yang digunakan, yaitu TM2 yang menunjukkan *open loop transmit diversity*.
  4. *RS Power*, yang menyatakan kuat isyarat referensi yang digunakan.

- d. Kelompok Model Propagasi, meliputi parameter sebagai berikut.
1. Model Propagasi, untuk menentukan model propagasi yang digunakan.
  2. Radius, untuk mengidentifikasi radius model propagasi yang digunakan.
  3. *Resolution*, untuk menghitung resolusi model propagasi yang digunakan.

### 2.1.3. Parameter yang Digunakan

Beberapa tipe parameter pengukuran dibuat di *User Equipment* dan *eNodeB*. Beberapa parameter ini akan menjadi tolok ukur dalam penelitian ini dan merupakan parameter untuk perencanaan cakupan [4]. Parameter yang dimaksud ialah sebagai berikut .

- a. *Reference Signal Received Power (RSRP)*

*RSRP* adalah suatu parameter yang digunakan untuk sel tertentu yang dianggap sebagai rata-rata kuat isyarat *resource element* yang membawa isyarat referensi sel spesifik dalam pengukuran pita frekuensi [5]. *RSRP* sangat dipengaruhi oleh daya pancar sel, *path loss* dan *fading*. Untuk standar yang digunakan perusahaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standarisasi Parameter *RSRP* PT. Indosat Ooredoo

| Kekuatan Sinyal | Kode Warna  | Nilai <i>RSRP</i> (dBm) |
|-----------------|---|-------------------------|
| Sangat baik     |    | $RSRP > -80$            |
| Baik            |    | $-90 \leq RSRP < -80$   |
| Cukup baik      |   | $-100 \leq RSRP < -90$  |
| Cukup           |  | $-105 \leq RSRP < -100$ |
| Cukup buruk     |  | $-110 \leq RSRP < -105$ |
| Buruk           |  | $-116 \leq RSRP < -110$ |
| Sangat Buruk    |  | $-120 \leq RSRP < -116$ |
| No Sinyal       |  | $RSRP \leq -120$        |

- b. *Signal to Interference Noise Ratio (SINR)*

*SINR* adalah rasio yang antara daya rata-rata isyarat yang diterima dengan interferensi dan derau [4]. Nilai *SINR* dihitung dari *RSRP* sel *servicing* dan dari interferensi sel [2]. Untuk standar yang digunakan perusahaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standarisasi Parameter *SINR* PT. Indosat Ooredoo

| Kualitas sinyal | Kode Warna  | Nilai <i>SINR</i>   |
|-----------------|---|---------------------|
| Sangat baik     |  | $SINR > 20$         |
| Baik            |  | $13 \leq SINR < 20$ |
| Cukup           |  | $0 \leq SINR < 13$  |
| Buruk           |  | $SINR < 0$          |

- c. *Channel Quality Indicator (CQI)*

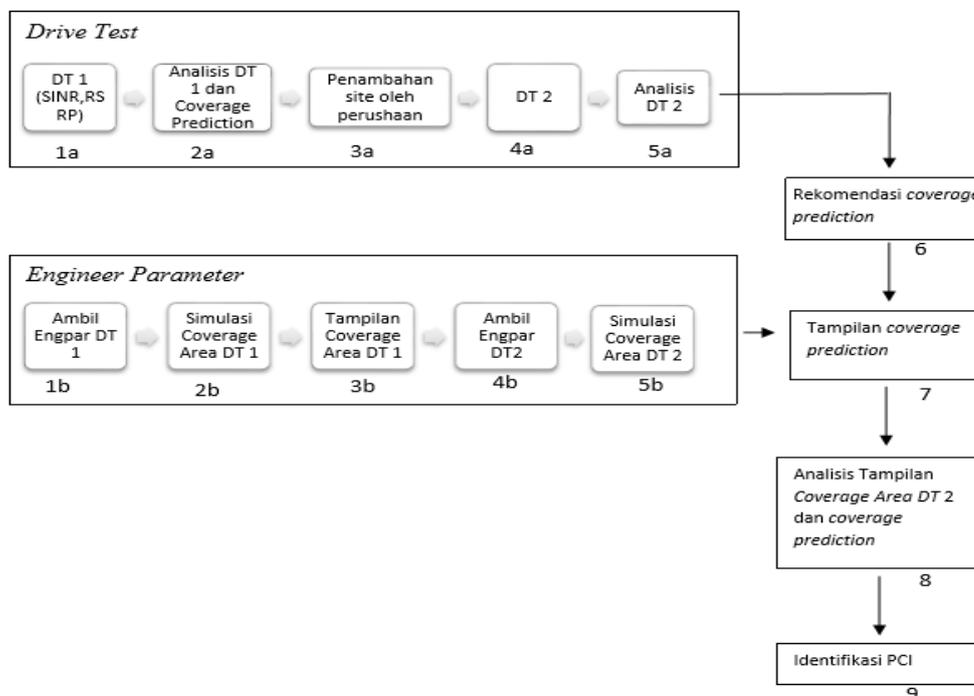
*CQI* digunakan untuk merepresentasikan kanal *downlink* yang aktif. *CQI* juga menunjukkan nomer indeks yang akan menjadi acuan untuk melihat orde modulasi yang terjadi pada kanal. Untuk standar indeks *CQI* dan modulasinya dapat dilihat Tabel 3

Tabel 3. Indeks *CQI*.

| Indeks <i>CQI</i> | Modulasi | Bit/Symbol |
|-------------------|----------|------------|
| 1 – 6             | QPSK     | 2          |
| 7- 9              | 16 QAM   | 4          |
| 10 -15            | 64 AM    | 6          |

## 2.2 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ditunjukkan oleh Gambar 1. Sementara untuk penjabaran masing-masing tahap dijabarkan sebagai berikut.



Gambar 1. Langkah-langkah Pengolahan Data

1. Analisis Coverage Planning di Existing Network Berdasarkan Pemetaan Hasil Drive Test  
Tahap ini merupakan tahap pertama yang ditunjukkan pada Nomer 1a hingga 5a pada Gambar 1. Setelah dilakukan *drive test* pertama maka dilakukan analisis *bad spot* dan *coverage planning* di *existing network* oleh perusahaan. Setelah itu terjadi penambahan *site* yang dianggap memiliki *revenue* bagi perusahaan. *Drive test* kedua kemudian dilakukan sesudah optimasi dilaksanakan oleh perusahaan sehingga dapat dilakukan analisis *bad spot*.
2. Membuat Tampilan Coverage Area pada Daerah yang Diteliti  
Tahap ini ditunjukkan pada Nomer 1b hingga 5b pada Gambar 1. Tampilan *coverage area* ini merupakan hasil simulasi *engineer parameter* yang diolah di *planning tools U-Net*. Waktu pengambilan *engineer parameter* diambil berdasarkan waktu terjadinya *drive test*. Hasil statistik dalam bentuk *Cumulative Density Function* ditampilkan juga pada tahap ini.
3. Membuat Coverage Prediction pada Daerah yang Diteliti  
Setelah dilakukan identifikasi *badspot area* dan simulasi *coverage area* maka dapat dilakukan rekomendasi penambahan *site*. Tahap ini ditunjukkan pada langkah 6 pada Gambar 1. Rekomendasi tersebut akan menjadi landasan untuk membuat *coverage area* yang kemudian dijadikan *coverage prediction*. Hasil *coverage prediction* akan dibandingkan dengan hasil *coverage area* yang memiliki kondisi *site* sama dengan kondisi *drive test*, sehingga dapat dilihat perbaikan kinerja parameter yang terjadi setelah dilakukan rekomendasi penambahan *site*. Langkah dalam

melakukan *coverage prediction* yang berkaitan dengan rekomendasi penambahan *site* berdasarkan *drive Test* dan tampilan *coverage area* ditunjukkan pada nomor 7 Gambar 1.

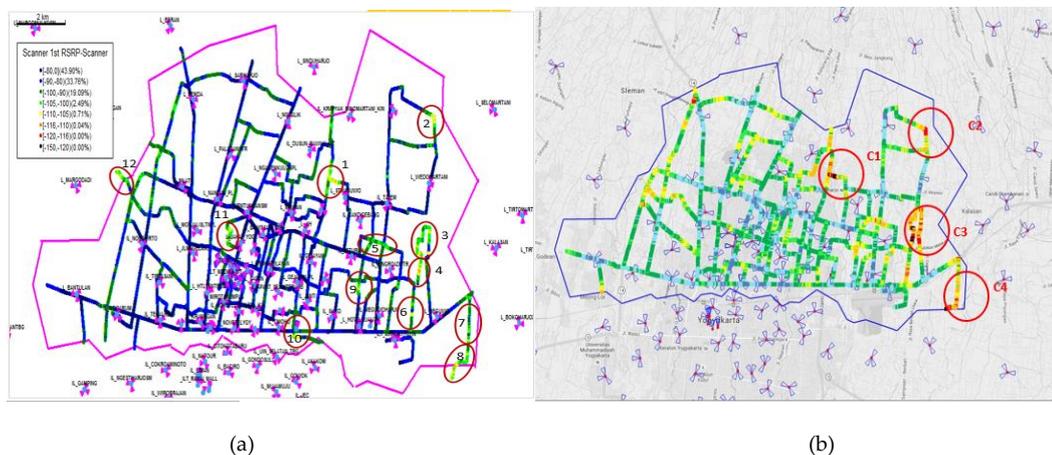
4. Melakukan identifikasi *PCI* pada Daerah yang Diteliti

Identifikasi alokasi data *PCI* akan dilakukan untuk menganalisis pemilihan skenario perencanaan. Penghitungan alokasi *PCI* untuk penambahan *site* disajikan dalam bentuk tabel dengan memperhitungkan *PCI* modulonya. Tabel tersebut digunakan untuk memberikan kemungkinan posisi *cell reference signal* sehingga tidak terjadi kolusi dengan *neighbor cell*.

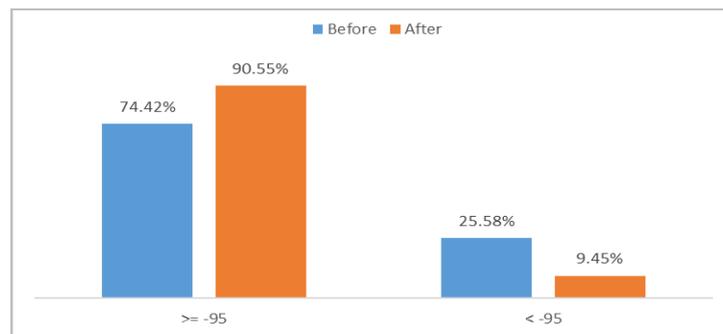
3. Hasil Penelitian dan Analisis

3.1. Analisis Berdasarkan Pemetaan Parameter *RSRP* Hasil *Drive Test*

3.1.1. Daerah Operasional Yogyakarta



Gambar 2. Hasil *Drive Test RSRP* Daerah Operasional Yogyakarta (a) *Drive Test* Pertama (b) *Drive Test* Kedua

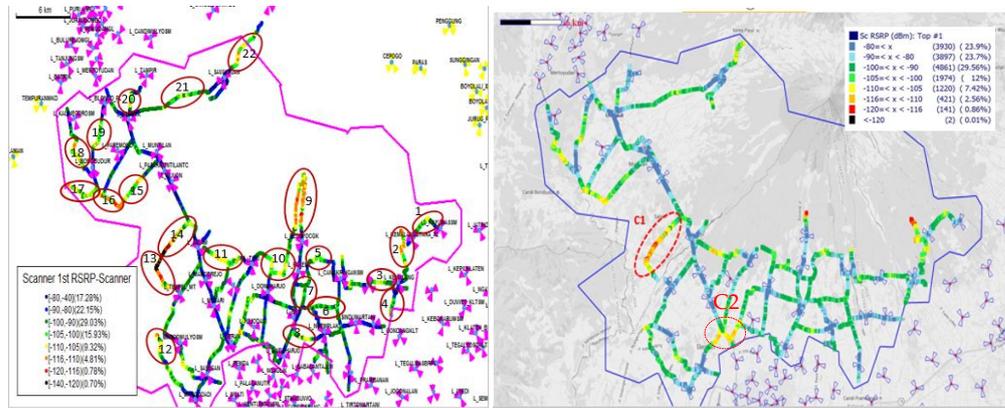


Gambar 3. Perbandingan persentase *RSRP* Sebelum dan Sesudah *Drive Test* Daerah Yogyakarta

Gambar 2 menunjukkan distribusi *RSRP* untuk daerah operasional Yogyakarta yang memiliki morfologi urban. Pada daerah ini awalnya memiliki empat titik *badspot* dengan kuat isyarat atau distribusi *RSRP* sebesar  $-110$  dBm hingga  $-125$  dBm seperti pada Gambar 2(a). Titik *badspot* tersebut kemudian dioptimalisasi cakupannya dan dilakukan penambahan 4 *site* oleh perusahaan. Dari Gambar 2(a) dan Gambar 2(b) dapat dilihat jumlah *badspot* mungkin bertambah tetapi dengan nilai *RSRP* yang lebih baik. Pembangunan *site* L\_STMAGUWO pada *badspot* C1 dapat meningkatkan kinerja *RSRP*

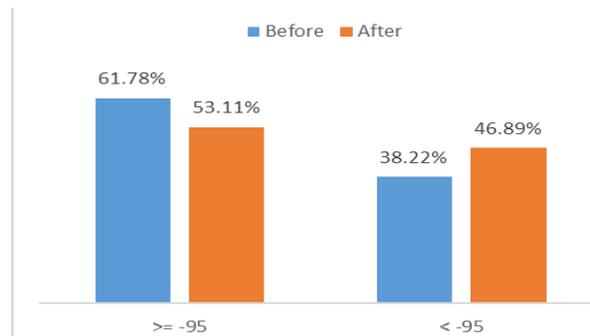
secara keseluruhan karena mampu menutupi *coverage hole*. Perbaikan RSRP dapat dilihat pada Gambar 3, yaitu terjadi peningkatan persentase RSRP > -95 dBm sebesar 16,13% setelah dilakukan optimalisasi.

### 3.1.2. Daerah Operasional Magelang



Gambar 4. Hasil Drive Test RSRP Daerah Operasional Magelang (a) Drive Test Pertama (b) Drive Test Kedua

Pada daerah Magelang, distribusi RSRP hasil *drive test* pertama seperti pada Gambar 4(a) tergolong cukup baik hanya terdapat dua *badspot*. Drive test kedua dilakukan setelah dilakukan penambahan satu *site* yaitu L\_BERAN pada *badspot* C2. Namun hasil *drive test* menunjukkan bahwa persentase RSRP yang baik (pada Gambar 5) menurun sebesar 8,67% yang disebabkan oleh munculnya *bad spot* baru. *Bad spot* yang muncul setelah *drive test* kedua ialah *badspot* Nomor 14 dengan kasus *coverage hole* akibat *cross coverage* pada L\_BOROBUDUR dan L\_TEMPEL sehingga nilai distribusi parameter secara keseluruhan menurun.



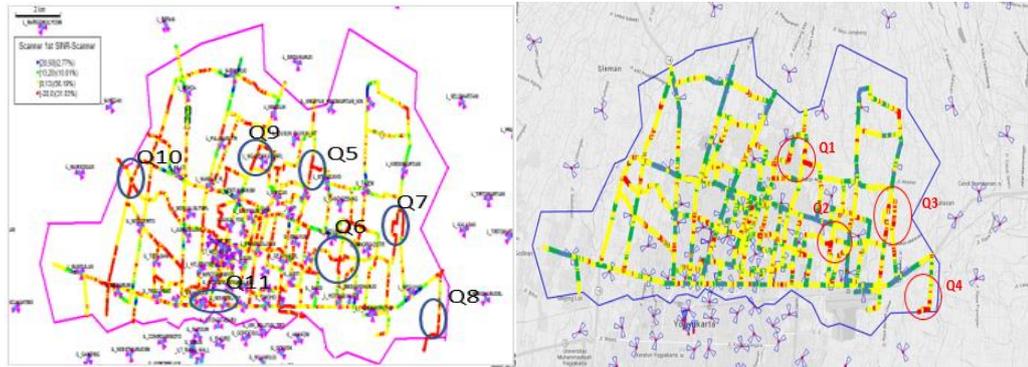
Gambar 5. Perbandingan persentase RSRP Sebelum dan Sesudah Drive Test Daerah Magelang

## 3.2. Analisis Hasil Drive Test Parameter SINR

### 3.2.1. Daerah Operasional Yogyakarta

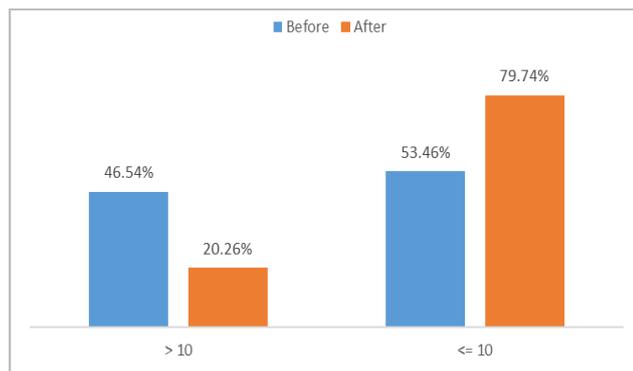
Gambar 6 menunjukkan distribusi SINR untuk daerah operasional Yogyakarta. Pengaruh penambahan empat *site* baru ditunjukkan pada hasil *drive test* kedua. Grafik pada Gambar 7 menunjukkan terjadi penurunan persentase nilai SINR > 10 sebesar 26,28%. *Lack of dominant cell* yang menyebabkan interferensi tinggi sejak dari *drive test* pertama ke *drive test* kedua menjadi salah satu penyebab munculnya *badspot*. Dibutuhkan penambahan *site* setelah *drive test* kedua untuk mengurangi *site* dominan yang menyebabkan interferensi. Terlihat pada Gambar 6 (a) dan Gambar 6(b) bahwa distribusi

*SINR* kebanyakan berwarna kuning. Hal ini menunjukkan besar *SINR* berkisar 7 dB hingga -7 dB sehingga jika dicocokkan nilai tersebut setara dengan indeks *CQI* 1 hingga 6 dan modulasi yang terjadi ialah *QPSK*. Meskipun demikian daya yang meningkat, seperti disampaikan pada Bagian 3.1.1, masih bisa mempertahankan jaringan agar tetap terkoneksi.



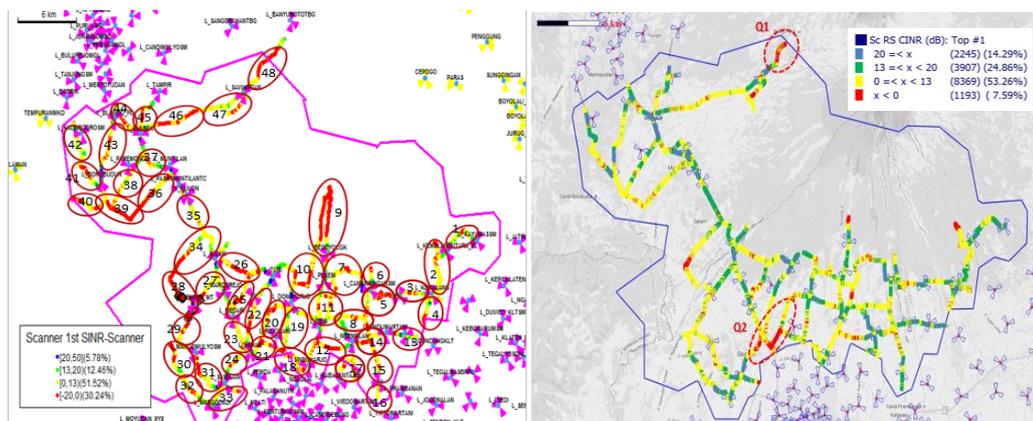
(a) (b)

Gambar 6. Hasil *Drive Test SINR* Daerah Operasional Yogyakarta (a) *Drive Test* Pertama (b) *Drive Test* Kedua



Gambar 7. Persentase *SINR* Sebelum dan Sesudah *Drive Test* Daerah Yogyakarta

### 3.2.2. Daerah Operasional Magelang



(a) (b)

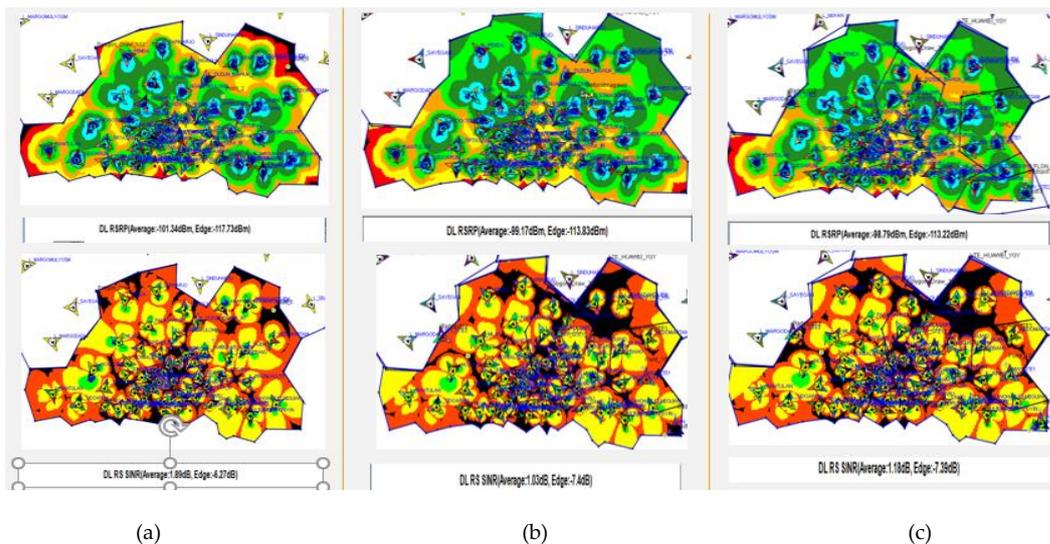
Gambar 8. Hasil *Drive Test SINR* Daerah Operasional Magelang (a) *Drive Test* Pertama (b) *Drive Test* Kedua

Distribusi parameter *SINR* pada daerah Magelang ditunjukkan pada Gambar 8(a) dan Gambar 8(b). Terjadi penurunan *SINR* sekitar 2,82% seperti pada Gambar 9. Berbeda dengan kondisi *RSRP* di Bagian 3.1.2, *badspot* C2 menunjukkan kinerja *SINR* yang lebih buruk dibandingkan dengan *badspot* C1, meskipun kuat isyaratnya sama. Sehingga L\_BERAN dibangun untuk menutupi *badspot* C2. Buruknya *RSRP* menyebabkan penurunan *SINR* pada *drive test* kedua. Sehingga direkomendasikan pembangunan *site* yang sama dengan rekomendasi *RSRP* untuk menutupi buruknya *SINR* yang disebabkan oleh rendahnya *RSRP*.



Gambar 9. Persentase *SINR* Sebelum dan Sesudah *Drive Test* Daerah Magelang

### 3.3. Coverage Area dan Coverage Prediction



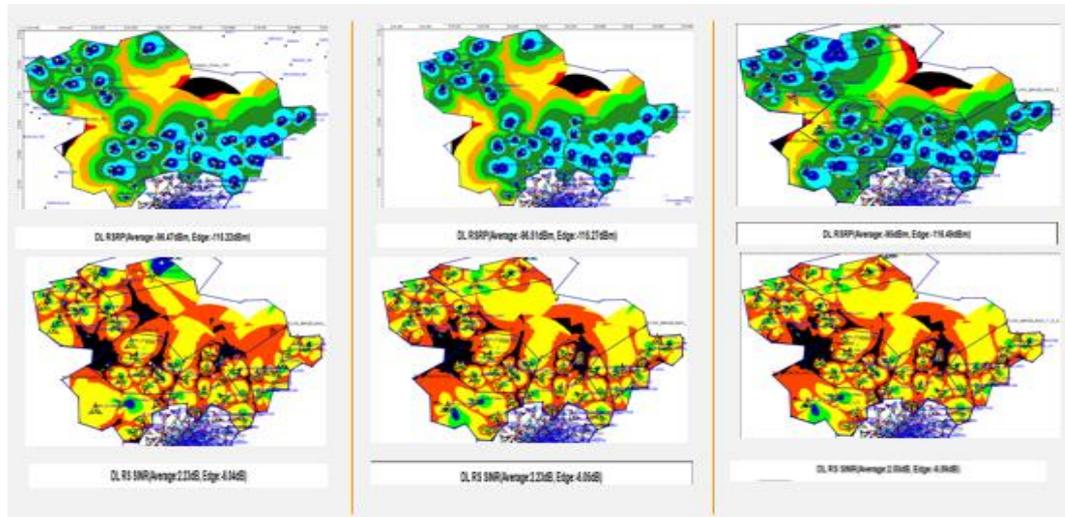
Gambar 10. Coverage Area Daerah Operasional Yogyakarta (a) *Drive Test* Pertama (b) *Drive Test* Kedua (c) Coverage Prediction

Coverage area *drive test* pertama dan kedua ditampilkan pada Gambar 10(a) dan Gambar 10(b), sedangkan Gambar 10(c) merupakan hasil *coverage prediction*. Keterangan untuk setiap warna level *RSRP* pada gambar dapat dilihat pada Tabel 1, untuk setiap warna level *SINR* dapat dilihat pada Tabel 2. Coverage Area merupakan hasil simulasi dengan menggunakan *engineer parameter*. Diperoleh bahwa 50% sampel pengukuran daerah operasional mengalami peningkatan kuat isyarat, dari semula -101,34 dBm menjadi -99,17 dBm; sementara untuk *SINR* terjadi penurunan, yakni dari semula memiliki rata-rata 1,89 dB menjadi 1,03 dB. Hal ini sama seperti yang terjadi pada *drive test*. Untuk selanjutnya, ditunjukkan *coverage prediction* pada Gambar 10(c). Dapat dilihat bahwa *coverage prediction* mampu memperbaiki *RSRP* cakupan menjadi -98,78 dBm dan *SINR* meningkat menjadi 1,18 dB. Untuk peningkatan kinerja yang lebih optimal dapat

dilihat pada Tabel 4. Untuk daerah Yogyakarta yang memiliki luas sekitar 122,56 km<sup>2</sup>, dilakukan penambahan 4 *site* direkomendasikan untuk mengurangi *badspot* yang kemudian dibagi juga menjadi 4 *polygon*, masing-masing *polygon* berisi 1 *site*. Dari Tabel 4 diketahui semua *polygon* mengalami peningkatan *SINR* dan *RSRP*.

Tabel 4. Hasil Coverage Prediction Parameter *RSRP* dan *SINR* Daerah Operasional Yogyakarta

| Nama Site | 50 % RSRP (dBm) |         |        |         | 50 % SINR(dB) |       |       |       |
|-----------|-----------------|---------|--------|---------|---------------|-------|-------|-------|
|           | Before          |         | After  |         | Before        |       | After |       |
| NW_SITE1  | -97,18          | -107,22 | -96,53 | -107,22 | 1,99          | -5,36 | 2,09  | -5,68 |
| NW_SITE2  | -104,54         | -121    | -99,25 | -111,46 | 1,69          | -1,74 | 4,07  | -3,72 |
| NW_SITE3  | -97,54          | -108,9  | -96,6  | -108,9  | 1,81          | -4,95 | 1,86  | -5,9  |
| NW_SITE15 | -97,91          | -108,89 | -96,71 | -108,43 | 0,08          | -8,12 | 0,33  | -8,12 |



Gambar 11. Coverage Area Daerah Operasional Magelang (a) Drive Test Pertama (b) Drive Test Kedua (c) Coverage Prediction

Tabel 5. Hasil Coverage Prediction Parameter *RSRP* dan *SINR* Daerah Operasional Magelang

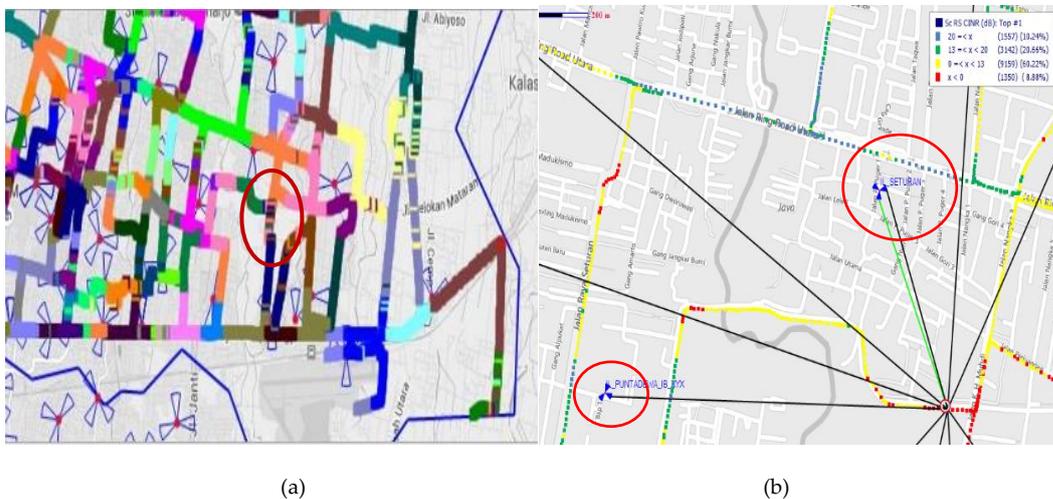
| Polygon | 50% RSRP (dBm) |         |       |        | 50% SINR(dB) |      |       |      |
|---------|----------------|---------|-------|--------|--------------|------|-------|------|
|         | Before         |         | After |        | Before       |      | After |      |
| 1       | -86,5          | -98,5   | -86,3 | -98,2  | 2,7          | -4,4 | 3,7   | -4,1 |
| 2       | -86,7          | -101,3  | -86,4 | -100,8 | 2,1          | -6,1 | 2,1   | -6,4 |
| 3       | -94,6          | -113,9  | -94,2 | -113,5 | 0,9          | -8,1 | 1     | -8,1 |
| 4       | -97,4          | -107,3  | -94,1 | -111,6 | 9,9          | -3,4 | 6,6   | -3,6 |
| 5       | -93,33         | -111,7  | -92,8 | -112   | 2,7          | -7,4 | 3,1   | -5,9 |
| 6       | -101,7         | -115,97 | -96,8 | -116   | 3,5          | -5   | 3,52  | -4,9 |

*Coverage Area* untuk *drive test* pertama dan kedua ditampilkan pada Gambar 11(a) dan Gambar 11(b) sementara *coverage prediction* ditunjukkan oleh Gambar 11(c). Hasil *drive test* pertama dan *drive test* kedua menunjukkan bahwa kinerja *RSRP* dan *SINR* tidak terjadi perubahan sama sekali. Namun setelah dilakukan saran perbaikan, kinerja 50% sample pengukuran daerah operasional meningkat. *RSRP* semula bernilai -96,51 dBm menjadi -95 dBm, dan *SINR* yang semula bernilai 2,23 dB menjadi 2,55 dB. Selanjutnya pada Tabel 5 ditunjukkan *polygon* yang berisi beberapa *site* baru dan kinerja parameternya. Setiap *polygon* mengandung beberapa *site* baru sesuai kebutuhan *badspot*. Jumlah *site* yang hendak ditambahkan mengikuti kebutuhan *badspot* ialah 15 *site*.

### 3.4 Analisis Alokasi PCI untuk penambahan *site*

*Engineer Parameter* digunakan untuk melakukan analisis alokasi *PCI* yang dimiliki oleh PT. Indosat Ooredoo. Skenario perencanaan *PCI* oleh perusahaan dilakukan dengan masing-masing diberi 3 kode unik yang selisihnya 1 angka untuk setiap sel sektornya.

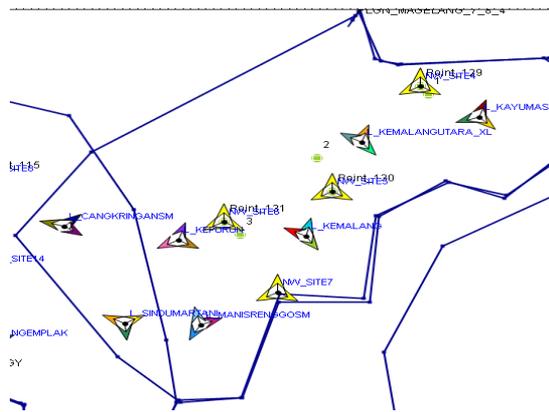
Alokasi seperti yang dilakukan oleh perusahaan sangat mempengaruhi *SINR* mengingat sinkronisasi isyarat ditentukan oleh pergeseran kode yang ditentukan oleh *PCI*. Konflik *PCI* pada alokasi perusahaan terjadi pada *badspot* Q2 pada Gambar 12 (a) dan interferensi yang diakibatkan oleh konflik *PCI* ditunjukkan pada Gambar 12(b). Terjadi konflik *PCI* L\_SETURAN dengan *PCI* 129 dan L\_PUNTADEWAIB\_XXX dengan *PCI* 147. Kode menyebabkan *PSS collusion* karena *azimuth* antar sel sektor saling berhadapan. Jika dilakukan penurunan cakupan maka interferensi akan tetap terjadi di sekitar *badspot* karena jarak kedua *site* cukup dekat, sehingga harus dilakukan pergantian *PCI* agar interferensi dapat dihilangkan.



Gambar 12. Kolusi *PCI* pada *Badspot* Q2 (a) Parameter *SINR* dan (b) Pemetaan *PCI*

Alokasi *PCI* oleh perusahaan dibagi menjadi menjadi 168 grup *PCI*. Untuk meminimalkan pergeseran kode frekuensi maka dilakukan  $PCI \bmod 3$  untuk pemberian kode alokasi *PCI*. Sehingga jika dilakukan perhitungan alokasi *PCI*, akan didapatkan alokasi *PCI* yang ditunjukkan pada Tabel 6. Untuk identifikasi *PCI* digunakan area pada Gambar 13 yang menunjukkan *polygon* pada daerah operasional Magelang. *Polygon* yang digunakan berjumlah 11 *site* yang terdiri dari 4 *planning site* yang ditandai dengan warna kuning dan 7 *neighbour site* yang bukan warna kuning.

Perhitungan ini merupakan skenario perencanaan *PCI* untuk *site* baru yang kemudian disimulasikan dengan perangkat perencanaan jaringan *U-Net*. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7 yang mengindikasikan *PCI collusion* tidak terjadi untuk *SSS*. Pemberian kode *SSS* pada Tabel 7 sudah mengikuti kondisi *PSS neighbour site*.



Gambar 13. Contoh Area yang Digunakan Untuk Analisis PCI.

Tabel 6. Skenario Perencanaan PCI untuk Penambahan Site.

|   |   |    |    |    |       |     |     |     |     |
|---|---|----|----|----|-------|-----|-----|-----|-----|
|   | 0 | 1  | 2  | 3  | ....  | 163 | 165 | 166 | 167 |
| 0 | 0 | 3  | 6  | 18 | ....  | 489 | 492 | 498 | 501 |
| 1 | 4 | 7  | 10 | 13 | ....  | 493 | 500 | 502 | 1   |
| 2 | 8 | 11 | 14 | 17 | ..... | 497 | 500 | 2   | 5   |

Tabel 7. Kode SSS PCI polygon Gambar 13

| Cell Name  | Existing Code | Suggest Code | Confirm Code | Min Reuse Distance(m) | Min Reuse Tiers |
|------------|---------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------|
| NW_SITE6_1 | 162           |              | 162          | No Reuse              | No Reuse        |
| NW_SITE6_2 | 170           |              | 170          | 12123.83              | Unreachable     |
| NW_SITE6_3 | 166           |              | 166          | No Reuse              | No Reuse        |
| NW_SITE4_1 | 147           |              | 147          | 22493.24              | Unreachable     |
| NW_SITE4_2 | 151           |              | 151          | No Reuse              | No Reuse        |
| NW_SITE4_3 | 155           |              | 155          | No Reuse              | No Reuse        |
| NW_SITE5_1 | 98            |              | 98           | 17751.07              | Unreachable     |
| NW_SITE5_2 | 94            |              | 94           | No Reuse              | No Reuse        |
| NW_SITE5_3 | 90            |              | 90           | 15011.44              | Unreachable     |
| NW_SITE7_1 | 45            |              | 45           | No Reuse              | No Reuse        |
| NW_SITE7_2 | 53            |              | 53           | No Reuse              | No Reuse        |
| NW_SITE7_3 | 49            |              | 49           | 15673.13              | Unreachable     |

#### 4. Kesimpulan

1. *Coverage Planning* di *Existing Network* dengan penambahan 4 *site* yang dilakukan oleh perusahaan, menurut hasil *drive test* membuat peningkatan kinerja *coverage RSRP* pada daerah operasional Yogyakarta sebesar 16,13 % tetapi menurunkan kualitas *SINR* sebesar 26,28 % .
2. *Coverage Planning* di *Existing Network* dengan penambahan 1 *site* yang dilakukan oleh perusahaan pada daerah operasional Magelang, menurut hasil *drive test* tidak memberikan pengaruh karena terjadi penurunan kinerja parameter *RSRP* sebesar 8,67% dan penurunan kinerja *SINR* sebesar 2,82%.
3. Hasil simulasi *coverage area* pada daerah operasional Yogyakarta menunjukkan peningkatan setelah dilakukan *coverage prediction* perencanaan 4 *site*. Total 50% dari keseluruhan data hasil pengukuran parameter *RSRP* yang semula bernilai -99,17 dBm, setelah dilakukan *coverage prediction* menjadi -98,79 dBm. Sementara untuk parameter *SINR* dengan total cakupan yang sama juga meningkat semula bernilai 1,03 dB menjadi 1,18 dB.

4. Hasil simulasi *coverage area* pada daerah operasional Magelang menunjukkan peningkatan setelah dilakukan *coverage prediction* perencanaan 15 *site*. Total 50% dari keseluruhan data hasil pengukuran parameter *RSRP* yang semula bernilai -96,51dBm, setelah dilakukan *coverage prediction* menjadi -95 dBm. Sementara untuk parameter *SINR* dengan total cakupan yang sama juga meningkat semula bernilai 2,23 dB menjadi 2,55 dB.
5. Dengan menggunakan skenario *Planning PCI* alternatif untuk penambahan *site*, dapat diketahui *PCI* antar *site* yang berbeda tidak terjadi kolusi *PCI*.

## Daftar Pustaka

- [1] Debora Lidya Tamtomo, Eva Yovita Dwi Utami, "Analisis Kinerja Coverage dan Kualitas Sinyal 4G LTE pada Operator Seluler di Kota Purbalingga", *Jurnal Media ElektriKa*, Vol. 10, No. 2, Desember 2017
- [2] Putra, Ikha Dalinar Kurnia, " Analisis Perencanaan Jaringan *Long Term Evolution (LTE)* dengan *Physical Cell Identity*", Skripsi Fakultas Teknik Elektro ProgdI Teknik Telekomunikasi – Universitas Telkom 2014.
- [3] Huawei Confidential, *Genex U-Net Wireless Network Planning Software User Manual* [Online], <http://www.huawei.com>, diakses tanggal 22 Agustus 2017.
- [4] Elnashar, Almar, *Design, deployment and performance of 4G-LTE networks : A Practical Approach*, United Kingdom: Wiley.2014
- [5] Huawei Confidential, *Optimization Guide LTE RNP* [Online] <https://www.slideshare.net/tharinduwiye/lte-optimization>, diakses tanggal 30 Agustus 2017.