

Perencanaan Coverage Area Untuk Penempatan E-NodeB Optimal Pada BTS Existing 3G Di Kota Padang Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO)

Sri Yusnita¹, Popy Maria², Dicky Chandrai³, Selvia Pitisye⁴

Politeknik Negeri Padang

Kampus Politeknik Negeri Padang Limau Manis Kecamatan Pauh Padang 25164,

Telp 0751-72590 Fax 075172576

e-mail : a3.sriyusnita@gmail.com - popymaria@gmail.com - dikkychandra@gmail.com

Abstrak

Pembangunan menara telekomunikasi sebagai infrastruktur pendukung dalam penyelenggaraan telekomunikasi harus memperhatikan efisiensi, keamanan lingkungan serta estetika lingkungan. Maka dari itu perlu dilakukan perencanaan penataan letak dari Evolved Node B (E-NodeB). Penelitian ini bertujuan untuk perencanaan jaringan LTE, mengoptimasi penempatan E-NodeB pada BTS existing menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO) di berdasarkan klasifikasi daerah urban dan suburban di kota Padang. Perencanaan jumlah eNode B dilakukan berdasarkan data jumlah penduduk dan luas daerah, proses optimasi posisi eNodeB dilakukan berdasarkan posisi BTS existing dan data payload menggunakan PSO dan melakukan visualisasi analisa cakupan sinyal hasil optimasi menggunakan Atoll. Hasil yang didapatkan ialah penempatan 20 E-Node B pada wilayah urban dan 21 E-Node B pada wilayah suburban dari 121 BTS existing dengan radius 0.71km untuk urban dan 5.86km yang mengcover 77% wilayah Padang.

Kata Kunci: Particle Swarm Optimization, e Node B, BTS existing.

1. Pendahuluan

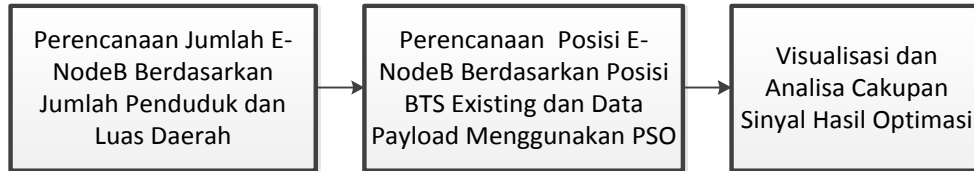
Untuk memenuhi kebutuhan jaringan mobile, *Third Generation Partnership Project* (3GPP) mengembangkan teknologi 4G *Long Term Evolution* (LTE). 4G LTE merupakan lanjutan dari teknologi jaringan GSM/EDGE, UMTS/HSPA dan HSPDA yang mempunyai kemampuan untuk mendukung *bandwidth* yang lebih lebar dari 5MHz. Penyedia jasa jaringan telekomunikasi membangun menara telekomunikasi sebagai infrastruktur pendukung jaringan mobile tersebut. Pembangunan menara telekomunikasi memerlukan ketersediaan lahan, bangunan dan ruang udara.

Pemerintah melalui Kemenkominfo mengeluarkan Peraturan Menteri Kominfo No.19/PER/M.KOMINFO/03/2009 yang menjadi salah satu pertimbangan utama bahwa pembangunan dan penggunaan menara telekomunikasi sebagai infrastruktur pendukung dalam penyelenggara telekomunikasi harus memperhatikan efisiensi, keamanan lingkungan serta estetika lingkungan [6]. Maka dari itu perlu dilakukan penataan letak dari *Evolved Node B* (E-NodeB) yang optimal sebagai antarmuka langsung ke user. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dalam pembangunan infrastruktur baru dapat dilakukan dengan penempatan E-NodeB pada BTS yang sudah ada (*existing*).

Salah satu dinamika optimasi yang berkembang dikenal dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO) dimana menerapkan sifat masing-masing individu dalam satu kelompok besar dan menggabungkan sifat-sifat tersebut untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Sistem PSO diinisialisasi oleh sebuah populasi secara acak dan selanjutnya mencari titik optimum dengan cara memperbaharui tiap hasil pembangkitan. Adanya populasi yang besar dan acak dari BTS existing memungkinkan dilakukan perencanaan penempatan E-NodeB pada BTS existing 3G menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Terdapat penelitian yang berkaitan yaitu optimasi penempatan menara BTS menggunakan QPSO yang merupakan pengembangan dari PSO dengan menggunakan data input berupa koordinat posisi BTS dan data kapasitas kanal [10]. Pada penelitian akan menggunakan data aktif yaitu data payload sebagai input PSO untuk menentukan optimasi penempatan e Node B.

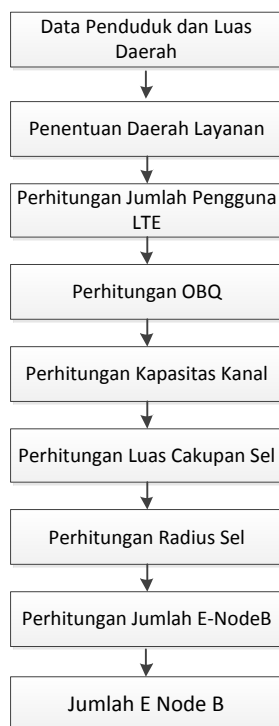
2. Metode Penelitian

Untuk mendapatkan posisi *E-NodeB* yang optimal dilakukan tahapan –tahapan meliputi proses pengumpulan data diantaranya data luas daerah padang area urban dan sub urban, data jumlah penduduk, data posisi BTS existing dan data trafik.



Gambar 1. Blok Diagram Perencanaan

2.1. Perencanaan Jumlah E Node B



Gambar 2. Perencanaan Jumlah e Node B [11]

Menentukan Daerah Layanan

Identifikasi daerah perencanaan jaringan LTE ini akan di implementasikan pada 11 kecamatan Kota Padang dengan menentukan keadaan geografis, luas wilayah kota padang dan pembagian wilayah dengan menggunakan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik kota Padang tahun 2017.

Tabel 1. Data kependudukan Kota Padang tahun 2017

| No | Kecamatan | Luas Wilayah (km ²) | Kepadatan Penduduk/(km ²) | Jumlah Penduduk |
|----|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | Bungus Teluk Kabung | 100.78 | 245 | 24 672 |
| 2 | Koto Tangah | 232.25 | 801 | 186 091 |
| 3 | Kuraji | 57.41 | 2509 | 144 063 |

| | | | | |
|--------|----------------|--------|------|---------|
| 4 | Lubuk Begalung | 30.91 | 3860 | 119 322 |
| 5 | Lubuk Kilangan | 85.99 | 634 | 54 529 |
| 6 | Nanggalo | 8.07 | 7515 | 60 634 |
| 7 | Padang Barat | 7.00 | 6566 | 45 961 |
| 8 | Padang Selatan | 10.03 | 5934 | 59 523 |
| 9 | Padang Timur | 8.15 | 9732 | 79 315 |
| 10 | Padang Utara | 8.08 | 8741 | 70 624 |
| 11 | Pauh | 146.26 | 480 | 70 225 |
| Jumlah | | 694.93 | 1317 | 914 968 |

Perhitungan Jumlah Pengguna

Untuk mengantisipasi jumlah pengguna selama periode tahun perencanaan diperlukan estimasi jumlah pengguna [8]. Kepadatan penduduk akan menentukan besarnya trafik yang harus disediakan oleh operator seluler untuk mengantisipasi besarnya pertumbuhan pengguna dimasa yang akan datang. Pada penelitian ini estimasi jumlah pengguna akan direncanakan sampai tahun 2019. Beberapa faktor pendukung untuk menentukan estimasi jumlah pengguna yakni berapa jumlah pengguna pada tahun perencanaan, faktor laju pertumbuhan pengguna, tingkat penetrasi pengguna seluler dan jumlah pengguna operator A pada tahun perencanaan tersebut. Dari persamaan (1) dapat dilakukan perhitungan estimasi jumlah pengguna sebagai berikut [8]:

$$U_n = U_0(1+fp)^n \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \sum \text{Penduduk 2019} &= 914968 \text{ Jiwa } (1 + 0.09766)^2 \\ &= 1210067 \text{ Jiwa} \\ \sum \text{Penduduk Urban 2019} &= 47.59 \% \times 1210067 \text{ Jiwa} \\ &= 575870 \text{ Jiwa} \\ \sum \text{Penduduk Suburban 2019} &= 52.41 \% \times 1210067 \text{ Jiwa} \\ &= 634196 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

Dilihat dari perhitungan jumlah penduduk diatas dapat diprediksi berapa jumlah pengguna seluler pada tahun 2019 dengan mengacu dari beberapa referensi dan juga berdasarkan *Asosiation Penyelenggara Jaringan Internet Indonesia (APJII 2017)* tingkat penetrasi telepon seluler mencapai 71 % dan penetrasi provider A mencapai 13.1 % maka dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sum \text{Pelanggan LTE Urban} &= 575870 \times 71\% \times 13.1\% \\ &= 53561 \text{ Jiwa} \\ \sum \text{Pelanggan LTE Suburban} &= 634196 \times 71\% \times 13.1\% \\ &= 58986 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

Untuk menghitung kepadatan penduduk suatu daerah diperoleh dari hasil bagi antara jumlah pelanggan pada tahun perencanaan dengan luas dari daerah tersebut sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kepadatan daerah Urban} &= \frac{53561 \text{ Jiwa}}{72.24 \text{ km}^2} = 741 \text{ Jiwa/km}^2 \\ \text{Kepadatan daerah Suburban} &= \frac{58986 \text{ Jiwa}}{622,69 \text{ km}^2} = 95 \text{ Jiwa/km}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Trafik pada jam jam sibuk

Perhitungan total bit *throughput* per km^2 pada jam-jam sibuk dengan memperkirakan tingkat kepadatan trafik maksimum pada daerah tertentu disebut dengan *Offered Bit Quantity (OBQ)*. Setiap daerah memiliki nilai OBQ yang berbeda berdasarkan perbedaan jumlah pengguna tiap layanan, lama panggilan efektif dan *bussy hour call attempt*. Setiap daerah akan dibagi berdasarkan kecepatan pergerakan masing-masing penggunanya. Maka diperoleh total OBQ secara keseluruhan dengan persamaan berikut [8] :

$$\text{Total keseluruhan OBQ Urban} = \text{Building} + \text{Pedestrian} + \text{Vehicular} \quad (2)$$

$$\text{Urban} = 494 + 659 + 494 = 1647 \text{ Kbps/km}^2$$

$$\text{Suburban} = 42 + 95 + 63 = 200 \text{ Kbps/km}^2$$

Perhitungan Kapasitas Kanal

Kapasitas dari suatu sel diukur dari jumlah bit system yang dapat dikirim per *Hertz* dari *bandwidth* tiap detik (bps/Hz). Untuk menghitung kapasitas suatu kanal dapat menggunakan persamaan 3 dengan perolehan hasil sebagai berikut: [8]

$$N_{sel} = \frac{\frac{w}{p} \beta}{[Eb/No] \alpha[1+f]} \quad (3)$$

| | |
|--------------|-------------|
| Bit rate (R) | = 1000 kbps |
| Eb/No | = 1 dB |
| Bandwidth | = 5 MHz |
| α | = 1 |
| β | = 2.4 |
| f | = 0.6 |

$$N_{sel} = \frac{\frac{w}{p} \beta}{[Eb/No] \alpha[1+f]} = 5.95758 \text{ Kanal/sel}$$

Perhitungan Luas cakupan sel dan Radius Sel

Untuk menentukan Luas cakupan sel dan jari jari sel digunakan rumus 4 dan 5 [8]

$$\text{Luas Cakupan Sel} = \frac{\text{Kapasitas sel}}{\text{OBQ Total}} \text{ (km}^2\text{/sel)} \quad (4)$$

$$\text{Radius Sel} = \sqrt{\frac{\text{Luas cakupan sel}}{1.95 \times 2.6}} \quad (5)$$

$$\text{Luas Cakupan Sel Urban} = \frac{5958.58 \text{ Kbps/sel}}{1647 \text{ Kbps/km}^2} = 3.62 \text{ (km}^2\text{/sel)}$$

$$\text{Luas Cakupan Sel Suburban} = \frac{5958.58 \text{ Kbps/sel}}{200 \text{ Kbps/km}^2} = 29.78 \text{ (km}^2\text{/sel)}$$

$$\text{Radius sel Urban} = \sqrt{\frac{3.62}{1.95 \times 2.6}} = 0.71 \text{ km}$$

$$\text{Radius sel Suburban} = \sqrt{\frac{29.78}{1.95 \times 2.6}} = 5.86 \text{ km}$$

Menentukan jumlah e Node B

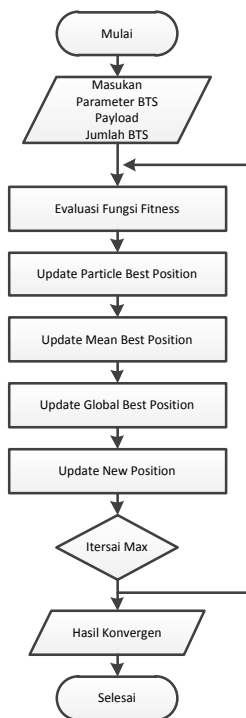
Jumlah BTS yang dibutuhkan untuk masing-masing wilayah dapat dilihat dari persamaan 6 [8]

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Luas Area perencanaan}}{\text{Luas Cakupan sel}} \text{ (sel)} \quad (6)$$

$$\text{Jumlah ENodeB Urban} = \frac{72.24}{3.62} = 20 \text{ ENodeB}$$

$$\text{Jumlah ENodeB Suburban} = \frac{622.69}{29.78} = 21 \text{ ENodeB}$$

2.2. Optimasi Penempatan ENode B



Gambar 3. Flowchart Penempatan E Node B menggunakan PSO

Proses optimasi menggunakan PSO menggunakan parameter input posisi BTS Existing dan Total Payload yang terpakai untuk setiap BTS yang ada.

Inisialisasi input PSO yang digunakan dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Jumlah BTS yang diharapkan yaitu 41 BTS berdasarkan hasil perencanaan.
- b. Data payload dari 121 BTS existing
- c. Jumlah Partikel N = 5 .
- d. Membangkitkan individu / partikel berdasarkan parameter BTS sampel secara random
- e. Setiap partikel mewakili posisi BTS existing yang akan dirancang, diambil dari data payload dan posisi dari BTS tersebut.

Contoh: Partikel 1 tersusun dari 121 penyusunan partikel yang di representasikan dalam bentuk biner :

Partikel₁=
 [1,0,1,0,1,1,0,1,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,1,0,0,1,0,0,1,0,1,1,0,1,1,0,0,1,0,1,1,1,1,0,0,
 0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,1,0,0,0,0,
 0,0,0,1,0,1,0,1,0,0,0,1,0,1,0,0,0,1,0,0,1,1,1,1,0,0,0];

Nilai 1 pada partikel 1 menunjukkan bahwa baris 1 kolom 1 pada posisi itu akan dipasangkan E-NodeB sedangkan yang bernilai 0 tidak akan dipasangkan E-NodeB. Posisi partikel pertama yang bernilai 1 pada matrik 1 artinya pada BTS site (AIR_TAWAR).

- f. Optimasi BTS merupakan jumlah dari BTS yang diestimasi dari partikel.

$$Optimal\ BTS = 100 - \frac{BTS\ Sample - 41}{41} \times 100$$

$$Payload = \frac{Total\ payload . BTS\ sample}{Total\ Payload} \times 100$$

Misalkan pada partikel 1 contoh sebelumnya didapat jumlah BTS sampel 60, sehingga:

$$Optimal\ BTS = 100 - \frac{60 - 41}{41} \times 100 = 46\%$$

- g. Fungsi fitness ditentukan untuk mendapatkan persamaan fungsi yang optimal. Untuk situasi ini fungsi fitness ditentukan oleh optimasi jumlah BTS dan jumlah payload dari masing-masing partikel

Partikel₅ =

[1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1,
1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0];

Nilai 1 pada partikel diatas menunjukkan bahwa pada posisi itu akan dipasangkan E-NodeB dan nilai 0 tidak akan dipasangkan E-NodeB. Dari hasil perencanaan diharapkan jumlah E-NodeB yang optimal yaitu 41 E-NodeB. Partikel awal yang telah dirancang sebelumnya dibangkitkan secara acak dengan ketentuan awal masing-masing partikel memiliki nilai optimasi yang ketentuan hasilnya nanti akan mendekati ke titik optimal. Setelah dilakukan beberapa kali iterasi diperoleh nilai optimalnya dengan maximum iterasi ke-75.

Hasil Optimasi Penempatan E-NodeB

Hasil optimasi didapatkan setelah dilakukan beberapa kali iterasi. Pada posisi dimana partikel tersebut dikatakan konvergen berarti partikel yang terbaik itu adalah partikel yang mencapai titik konvergen terlebih dahulu dengan nilai minimum yang diharapkan. Output fungsi adalah sebagai berikut:

1. Hasil Optimasi berhenti pada iterasi ke-65

```
optimasi(:,65) =  
-307.0780 -115.1334  
-307.0778 -115.1335  
-307.0775 -115.1336  
-307.0780 -115.1334  
-307.0777 -115.1333
```

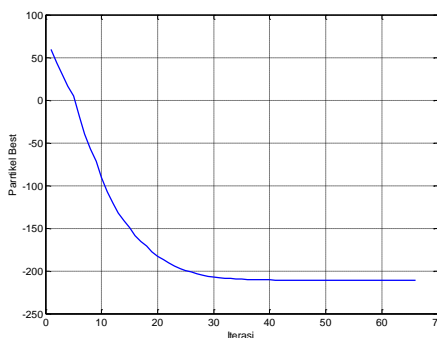
2. Minimal Fungsi yang diperoleh

```
>> minf  
minf =  
-211.1058
```

3. Nilai X Optimum posisi partikel

```
>> xopt  
xopt =  
-307.0781 -115.1335
```

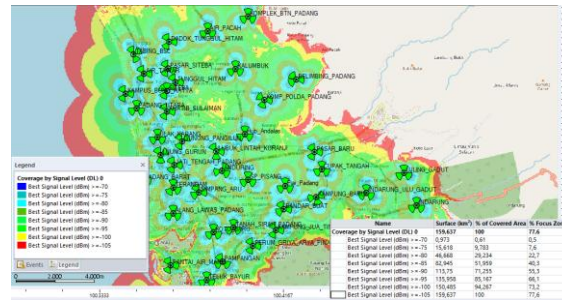
Hasil Konvergensi



Gambar 6.. Kurva Konvergensi

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa posisi partikel sudah mendekati titik konvergensi pada iterasi lebih dari 40 dan berhenti pada saat iterasi ke 65 dengan nilai fungsi minimum pada titik -211.10 pada posisi partikel (-307,078 dan -115,13) yang diperoleh posisi minimum fungsi pada partikel ke 4. Sehingga pada site itu nantinya akan di pasngkan E-NodeB dengan coverage area yang lebih besar dan total trafik payload yang tinggi.

Kemudian hasil yang diperoleh saat optimasi sebelumnya akan di plot ke software atoll guna untuk melihat bagaimana coverage yang diperoleh pada area yang tersebut setelah dilakukan optimasi.



Gambar 7. Tampilan prediksi sinyal posisi e Node B hasil optimasi menggunakan Atoll

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan, proses optimasi dan pembahasan yang telah dilakukan maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil optimasi diperoleh coverage area pada daerah urban dengan radius 0.71km untuk 20 jumlah ENodeB
2. Radius untuk daerah Suburban 5.86km untuk 21 jumlah e Node B
3. Hasil optimasi yang diperoleh menggunakan algoritma PSO berdasarkan coverage yang optimal dihasilkan coverage area sebesar 159.637 km² dengan persentase 77.% dari wilayah padang.

Daftar Pustaka

- [1] A. M. Prihatini and S. H. P, "Optimasi Penentuan Posisi Evolved Node B Long Term Evolution pada BTS GSM yang Terpasang Menggunakan Fuzzy. Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi, Desember 2015, Vol. 15, No. 2
- [2] D. Perhubungan and K. Blitar, "Perencanaan Kebutuhan Base Transceiver Station (BTS) dan Optimasi Penempatan Menara Bersama Telekomunikasi, 2014 vol. 4, no. 3, page 151–159
- [3] Indah, Nur. "Analisa dan perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) di Kabupaten Gowa
- [4] Kennedy and Eberhart [1995] "Particle Swarm Optimization"
- [5] Pedoman Pembangunan dan penggunaan Bersama Menara Telekomunikasi, Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika 2009, No.19/Per/M.Kominfo/03/2009, Jakarta.
- [6] Priawadi, Ozi. Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) dengan JAVA 2012
- [7] R. Fathur Optimasi penempatan menara BTS menggunakan QPSO. Jurnal Nasional Teknik Elektro, 2016 Vol 5
- [8] Santosa, Budi. 2011 "Tutorial Particle Swarm Optimization". Surabaya.
- [9] Usman, et al. 2012. "Fundamental Teknologi Seluler LTE." : 1-210.
- [10] Wardhana, Lingga., et al "Fresh RNO Technical Study Case In 3G & 4G Network . Jakarta Selatan , 2016.
- [11] Wardhana, Lingga., et al. 2014. 4G Handbook Edisi Bahas Indonesia.