

IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENENTUAN POSISI OPTIMAL MENARA BTS(*BASE TRANSCIEVER SYSTEM*) BERDASARKAN MENARA EXISTING PADA GOOGLE MAPS KOTA MALANG

Yunita Rismawati

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
Yunitarismawati97@gmail.com

ABSTRAK

Pada suatu daerah jika sebuah operator selular memerlukan 1000 menara BTS untuk dapat mencakup seluruh wilayah tertentu, maka jumlah total menara yang memenuhi ruang udara wilayah tersebut, proposional dengan 1000 kali banyaknya operator yang beroperasi di wilayah tersebut. Dewasa ini sedang terjadi penambahan jumlah operator selular sejalan dengan muncul dan berkembangnya teknologi 4G. Tanpa adanya koordinasi pembangunan menara antar operator, baik atas prakarsa pihak operator maupun pihak ketiga seperti Pemda, maka pemandangan udara wilayah tersebut akan dipenuhi oleh menara- menara BTS yang tidak harmonis dan mengganggu.

Salah satu metode yang digunakan adalah Algoritma genetika yaitu suatu algoritma pencarian yang berbasis pada mekanisme seleksi alam dan genetika. Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma yang sangat tepat digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi kompleks, yang sulit dilakukan oleh metode konvensional.

Berdasarkan hasil perencanaan perhitungan kebutuhan jumlah kapasitas layanan pada tahun 2020 didapatkan hasil pengguna jaringan LTE pada tahun 2020 sebanyak 37.211 user dan dari total cakupan radius dengan 43 eNode B dihasilkan 139.941 km se Kota Malang. Hasil penempatan eNode B pada Google Maps dipengaruhi oleh masing – masing hasil probabilitas Algoritma Genetika, dan dapat ditentukan probabilitas yang paling baik adalah nilai hasil total performansi radius terbesar dan nilai kapasitas paling kecil, karena semakin besar nilai performansi radius semakin besar jangkauan cakupan, dan semakin kecil kapasitas layanan semakin sedikit terjadi handover di daerah perkotaan.

Kata kunci: Menara BTS, Metode Algoritma Genetika

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Telekomunikasi merupakan teknologi seluler yang pertumbuhannya sangat cepat, seperti halnya pada salah satu operator komunikasi di kota Malang. dikutip dari Radar Malang terdapat adanya peningkatan mencapai 5 juta pelanggan pada tahun 2016 di kota kota Malang, dan 40 juta pelanggan secara Nasional. Sebab dengan bertambahnya jumlah pelanggan maka, menuntut sistem jaringan seluler yang kualitas performannya baik dan mampu melayani komunikasi data dengan kecepatan akses tinggi, yaitu 100 Mbps. Diperlukan kecepatan akses tinggi dikarenakan, saat ini para pelanggan baik dari area perkotaan maupun pedesaan membutuhkan sistem seluler yang tidak hanya berkomunikasi suara, tetapi juga mengakses data dan multimedia. Salah satu teknologi yang dapat memenuhi itu semua adalah jaringan 4G LTE. (Radar Malang, 2016)

Jaringan 4G merupakan sistem berbasis IP terintegrasi penuh dan mampu menghasilkan kecepatan 100Mb/detik dan 1Gb/detik, baik dalam maupun luar ruang dengan kualitas premium dan keamanan tinggi. Teknologi 4G dapat dikatakan sebagai langkah yang baik dalam hal layanan dan kemampuan kepada *user* dan merupakan jawaban

atas semakin tingginya kapasitas dan kualitas layanan yang dibutuhkan. Teknologi 4G sendiri juga menggunakan sebuah menara untuk proses transmisi yang disebut dengan *eNode B*. (Ariyanti & Sri. 2013.)

Jaringan 4G mulai dipergunakan di area kota Malang dengan alokasi frekuensi sebesar 2300 MHz, namun pada frekuensi tersebut jangkauan *coverage*-nya kecil sehingga pengguna *eNode B* dinilai kurang memenuhi kebutuhan. Maka dari itu muncullah jaringan 4G pada frekuensi 900 MHz untuk meningkatkan kapasitas pelanggan dan *coverage*. Sebab semakin rendah nilai frekuensi, maka jangkauan *coverage* akan semakin luas sehingga mampu menyediakan *coverage area* yang lebih besar dan dapat meningkatkan kecepatan data. Semakin luas *coverage* maka semakin banyak *power* sinyal yang menumpuk antara satu area dengan yang lainnya dan mengakibatkan *handover* berlebih, sehingga perlu dilakukan perencanaan *eNode B* pada BTS *existing*. Penempatan *eNode B* pada BTS *existing* diharapkan dapat mengurangi jumlah menara BTS. (Ariyanti & Sri. 2014.)

Proses penentuan kebutuhan BTS *existing* secara optimal memiliki berbagai cara, seperti halnya pada penelitian oleh Selvina dkk, dengan judul “Perbandingan Penempatan Node B UMTS 900 Pada

BTS Existing Menggunakan Fuzzy C-Means dan Fuzzy Subtractive Clustering”, pada penelitian BTS existing ditentukan terlebih dahulu berapa jumlah BTS yang dibutuhkan kemudian di analisa dengan menggunakan fuzzy c-means dan fuzzy subtractive clustering dan terpilih BTS yang paling baik . Beberapa penelitian yang terkait dengan optimasi penentuan letak eNode B juga dengan menggunakan algoritma genetika. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Fabio Garzia dkk, dari penelitian tersebut didapatkan bahwa Algoritma Genetika memberikan hasil yang baik, dari segi coverage area yang dapat di cover sebesar 90 – 95 % dan dari segi kapasitas pelanggan yang dapat dilayani sebanyak 98-99%. Penelitian selanjutnya oleh Yusuf Setiawan dkk, dengan judul “ Perencanaan Jaringan Long Term Evolution Time Division Duplex 2300 MHz di Semarang Tahun 2015 - 2020”, diketahui bahwa perencanaan tersebut dilakukan secara satu persatu dari satu site ke site lainnya sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. (Anggraini dkk 2016)

Penelitian kali ini merupakan aspek pengembangan dari penelitian – penelitian sebelumnya yang telah disebutkan diatas dengan mempertimbangkan kekurangan dari penelitian terdahulu. Penelitian ini adalah optimasi penempatan eNode B jaringan 4G dengan memanfaatkan posisi BTS UMTS900 existing menggunakan metode Algoritma Genetika. Proses penelitian ini juga dibantu dengan menggunakan software aplikasi untuk memudahkan proses Algoritma Genetika. Hasil dari penentuan jaringan 4G yang berdasarkan menara existing akan di plot pada google maps, sehingga pekerjaan penentuan jaringan 4G lebih praktis.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang digunakan pembuatan skripsi, antara lain :

1. Bagaimana menerapkan perencanaan penempatan BTS dengan menggunakan metode Algoritma Genetika di kota Kota Malang.
2. Bagaimana menentukan hasil perencanaan penempatan BTS pada Google Maps.

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah yang digunakan untuk skripsi antara lain :

1. Pada penelitian ini hanya mengembangkan algoritma pemrograman sesuai dengan metode Algoritma Genetika.
2. Data pada penelitian ini yaitu radius BTS kota Malang dengan provider Indosat.
3. Sistem perencanaan penempatan BTS dikembangkan berbasis web.
4. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengembangkan sistem adalah bahasa PHP database MySQL.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah diatas, tujuan pembuatan skripsi adalah, untuk :

1. Menentukan proses coverage area dan kapasitas dari BTS existing dengan parameter input proses algoritma genetika yang digunakan untuk penempatan eNode B.
2. Menentukan hasil plotting google maps menggunakan software aplikasi.

1.5 Manfaat

Manfaat pembuatan skripsi ini adalah, untuk :

1. Mengembangkan ilmu Sistem Komunikasi Bergerak dan Kecerdasan Buatan.
2. Dapat mengetahui langkah – langkah penentuan jaringan untuk sistem 4G menggunakan Algoritma Genetika.
3. Mengetahui perlunya penggunaan jaringan untuk 5 tahun kedepan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terkait

Pada tahun 2015, Yusuf Septiawan, peneliti membuat tugas akhir Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Time Division Duplex (TDD) 2300 MHz di Semarang Tahun 2015 – 2020. Tugas akhir ini dilakukan perencanaan jaringan LTE TDD frekuensi 2300 MHz di kota Semarang tahun 2015 sampai 2020. Simulasi perencanaan dilakukan dengan menggunakan software perencanaan jaringan radio Atoll. Metode yang digunakan yaitu metode perencanaan cakupan dan metode perencanaan kapasitas. Beberapa parameter masukan antara lain data kependudukan, nilai radio link budget, serta diperlukan pemetaan yang berisi clutter class, kantor bumi dan kepadatan penduduk untuk menentukan urban, suburban, dan rural. Pada perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Time Division Duplex (TDD) 2300 MHz di Semarang Tahun 2015 – 2020 ini masih dilakukan secara satu per satu untuk mengidentifikasi kesesuaian site tersebut layak atau tidaknya untuk tetap digunakan pada tahun 2020, sehingga memerlukan perencanaan yang sangat panjang. (Yusuf 2015)

Berikutnya pada tahun 2013, Pancawati Dessy, dkk, membuat tesis Optimasi Penempatan Node B UMTS 900 pada BTS Existing Menggunakan Algoritma Genetika. Tesis ini dilakukan optimasi penempatan Node B jaringan UMTS 900 pada BTS Existing jaringan GSM dengan menggunakan algoritma genetika. Hasil yang didapatkan adalah penempatan 26 Node B di wilayah urban dan 3 Node B di wilayah suburban pada BTS existing dari 46 BTS. Pada penelitian digunakan frekuensi 900 MHz karena menawarkan beberapa kelebihan dibandingkan dengan UMTS frekuensi 2100, dan penentuan pada penelitian ini menggunakan algoritma genetika dikarenakan algoritma genetika memiliki tingkat optimasi yang cukup baik. (Pancawati dkk, 2013)

2.2 BTS(Base Transceiver Station)

BTS adalah bagian dari *network element* GSM/CDMA yang berhubungan langsung dengan *Mobile Station*(MS). BTS berhubungan dengan MS melalui *air-interface* dan berhubungan dengan BSC dengan menggunakan *A-bis interface*. BTS berfungsi sebagai pengirim dan penerima (*transceiver*) sinyal komunikasi dari/ke MS serta menghubungkan MS dengan *network element* lain dalam jaringan seperti BSC, MSC, SMS, IN dan sebagainya dengan menggunakan *radio interface*. (Pancawati dkk, 2013)

2.3 Metode Algoritma Genetika

Algoritma genetika adalah suatu algoritma pencarian yang berbasis pada mekanisme seleksi alam dan genetika. Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma yang sangat tepat digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi kompleks, yang sulit dilakukan oleh metode konvensional.[5]

Berikut ini pencarian dilakukan berdasarkan proses teori genetika yang memperhatikan pemikiran bagaimana memperoleh individu yang lebih baik, sehingga dalam proses evaluasi dapat diharapkan diperoleh individu yang baik.

2.4 Membangkitkan Populasi Awal

Langkah pertama yang dilakukan pada proses algoritma genetika adalah menentukan parameter yang akan diukur dalam proses algoritma genetika selanjutnya yaitu yang biasa disebut dengan kromosom. Parameter yang digunakan sebagai kromosom adalah nilai radius tiap BTS. Setiap kromosom merupakan sekumpulan gen. Gen ini bisa biner, float, dan kombinatorial. Pada penelitian ini digunakan gen bernilai biner. Teknik dalam pembangkitan populasi awal ini ada beberapa cara, diantaranya adalah sebagai berikut:

```
- 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0
  1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0
```

1. Seperti pada metode *random seach*, pencarian solusi dimulai dari suatu titik uji tertentu. Titik uji tersebut dianggap sebagai alternative solusi yang disebut sebagai populasi.
2. Random Generator, random generator adalah melibatkan pembangkitan bilangan random untuk nilai setiap gen sesuai dengan representasi kromosom yang digunakan.
3. Pendekatan tertentu (memasukan nilai tertentu kedalam gen). Cara ini adalah dengan memasukan nilai tertentu kedalam gen dari populasi awal yang dibentuk.
4. Permutasi Gen, cara ini adalah penggunaan permutasi josephus dalam permasalahan kombinatorial seperti TSP.

2.5 Fungsi Fitness

Suatu individu atau kromosom dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran

performasinya. Fungsi yang digunakan untuk mengukur nilai kecocokan atau derajat optimalitas suatu kromosom disebut dengan *fitness function*. Nilai yang dihasilkan dari fungsi tersebut menandakan seberapa optimal solusi yang diperoleh. Dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Fitness[n] = \frac{radius1 + radius n}{total\ gen\ (43)}$$

$$P[n] = \frac{Qn}{total\ Q}$$

$$C[1] = P1$$

$$C[2] = C1 + P2$$

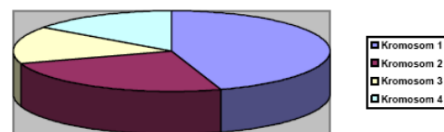
$$C[3] = C2 + P3$$

2.6 Seleksi

Setiap kromosom yang terdapat dalam populasi akan melalui proses seleksi untuk dipilih menjadi orang tua. Sesuai dengan teori Evolusi Darwin maka kromosom yang baik akan bertahan dan menghasilkan keturunan yang baru untuk generasi selanjutnya.

Dalam skripsi ini menggunakan seleksi *Roulette Wheel*, yaitu:

Model seleksi ini merupakan model yang paling besar variansinya. Munculnya individu superior sering terjadi pada model ini, sehingga perlu strategi lain menangani hal ini.



Gambar 2.3 Roulette wheel

(Sumber : Dasar teori algoritma genetika unikom.ac.id hlm:11)

2.7 Cross – Over atau Kawin Silang

Proses kawin silang adalah salah satu operator penting dalam algoritma genetika, metode dan tipe *crossover* yang dilakukan tergantung dari *encoding* dan permasalahan yang diangkat. Pada studi kasus ini menggunakan Binary encoding dengan tipe *crossover* dua titik, yaitu, memilih dua titik tertentu, lalu nilai biner sampai titik *crossover* pertama pada induk pertama digunakan, dilanjutkan dengan nilai biner dari titik sampai titik kedua dari induk kedua, kemudian sisanya dilanjutkan nilai biner dari titik kedua induk pertama lagi.

Contoh:

$$11001011 + 11011111 = 11011111$$

3. METODE PELAKSANAAN

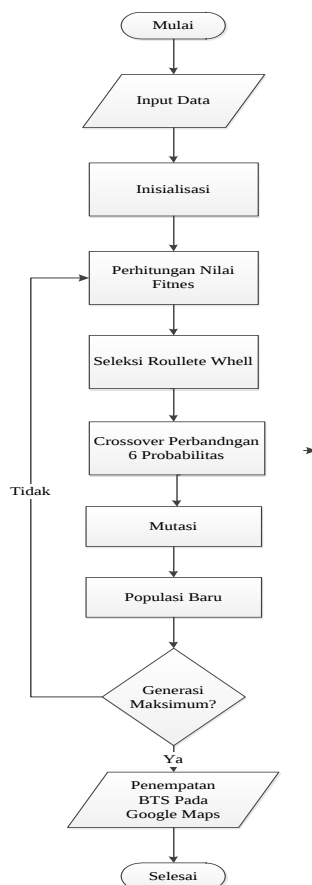
3.1 Analisis Sistem

Perencanaan awal dalam penelitian jaringan 4G baru adalah dengan melakukan pengambilan data BTS existing untuk memudahkan perencanaan selanjutnya. Data BTS existing menggunakan salah satu provider di are Malang, meliputi data lokasi BTS

existing, alamat site, dan parameter yang mempengaruhi dalam perencanaan penempatan enode B dengan menggunakan algoritma genetika, seperti halnya, power BTS, height antena, antenna gain, dan frekuensi kerja yang digunakan.

3.2 Diagram alir Algoritma Genetika

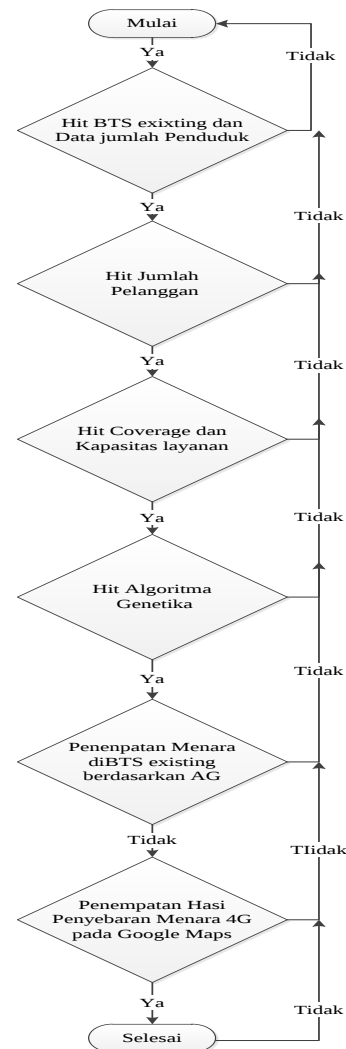
Proses penentuan BTS baru menggunakan Algoritma Genetika. Dimana proses awal dimulai yaitu dengan menginputkan data, proses inialisasi, Perhitungan nilai Fitness, seleksi *Roulette Wheel*, *Crossover* perbandingan 6 probabilitas, Proses populasi baru, memntukan Generasi Maksimum, dan outputannya berupa penempatan BTS pada *Google Maps*.



Gambar 3.2 Diagram alir Algoritma Genetika
(Sumber : Perencanaan 2018)

Selanjutnya terdapat perencanaan sistem, Dimana Perencanaan sistem dimulai pada data *BTS existing* dan data jumlah penduduk, kemudian perhitungan jumlah penduduk menggunakan rumus proyeksi jumlah penduduk metode geometrik. Proses perhitungan *coverage* dan kapasitas menggunakan rumus kapasitas layanan, hasil output *coverage* dan kapasitas sebagai input pada algoritma genetika dengan berbagai tahapan dari pengenalan individu, nilai fitness tertinggi, seleksi nilai yang banyak keluar, *crossover* dengan dua anakan dan hanya

dipilih satu anakan, kemudian yang terakhir adalah proses mutasi tiap – tiap individu terbaru sampai menghasilkan individu terbaik, selanjutnya di *plot* pada *Google Maps*. Adapun perencanaan sistem seperti pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Perencanaan Sistem
(Sumber : Perencanaan 2018)

3.3. Perencanaan Wilayah Cakupan

Perencanaan jaringan 4G LTE 900 akan diimplementasikan pada wilayah kota Malang dengan luas wilayah 110.6 Km^2 , yang secara astronomis terletak pada posisi $112.06^\circ - 112.07^\circ \text{ BT}$ dan $7.06^\circ - 8.02^\circ \text{ LS}$. Kota Malang terdiri dari 5 kecamatan yang dibagi menjadi 2 wilayah, yaitu *urban* dan *suburban*, sebagai berikut :

Keteranranagan

Kec : Kecamatan
LW : Luas Wilayah
Jml P : Jumlah penduduk
LPP : Laju Pertumbuhan Penduduk
KP :Kepadatan Penduduk
JW : Jenis Wilayah

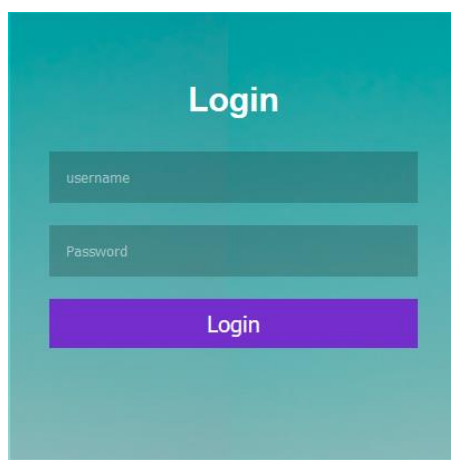
Tabel 4.2 Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk hasil sensus penduduk 2014

Kec	LW <i>Km²</i>	Jml P 2014	LPP(%) 2013- 2014	KPK <i>Km²</i>	
Kedungkandang	39.89	183,927	1.15	4,611	Sub Urb
Sukun	20.97	188,545	0.79	8,991	
Klojen	8.83	104,590	-0.45	11,845	
Blimbing	17.77	176,845	0.49	9,952	
Lowokwaru	22.60	192,066	0.64	8,498	
Total	110.06	845,973	0.61	7,686	

(Sumber : Kota Malang Dalam Angka 2015, BPS Kota Malang)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Halaman Login



Gambar 4.1 Halaman Login

Gambar di atas adalah tampilan dari halaman login dimana admin harus memasukkan *password* dan *username* agar masuk ke halaman admin

4.2 Halaman input data BTS



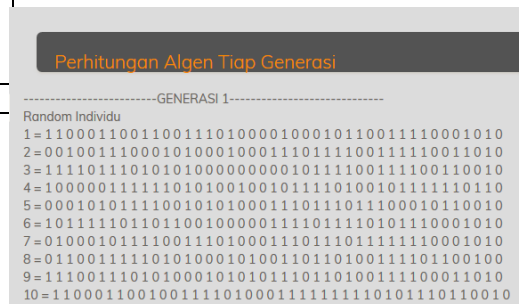
Gambar 4.1 Halaman input Data BTS

Gambar diatas merupakan proses implementasi CRUD(*creat, reset, update, delete*) yang dilakukan oleh admin.

4.3 Halaman Algoritma Genetika

Pada tampilan Algoritma terdapat beberapa proses yang ditampilkan. Diantaranya sebagai berikut:

Proses representasi awal.



Gambar 4.3 Tampilan Representasi awal.

Merupakan tampilan hasil pengolahan parameter pengujian yaitu radius yang diubah ke representasi biner dengan nama kromosom, beserta nilai fitness dari masing – masing parameter dan persentasi nilai fitness untuk mewakili ke dalam proses seleksi Roulette Whell.

2. Hasil Fitnes

Hasil Fitnes
 1 = 23640
 2 = 39578
 3 = 20812
 4 = 75800
 5 = 56298
 6 = 47550
 7 = 83725
 8 = 56465
 9 = 75432
 10 = 86372

Gambar 4.4 Hasil Fitnes

Gambar diatas merupakan tampilan dari hasil fitnes pada proses Algoritma Genetika pada *website*.

3. Proses dan hasil probabilitas

1.Nilai Probabilitas = 0.190467436879475538
 2.Nilai Probabilitas = 0.113766491683027327
 3.Nilai Probabilitas = 0.216348751097000525
 4.Nilai Probabilitas = 0.059401717781408431
 5.Nilai Probabilitas = 0.079978866173414015
 6.Nilai Probabilitas = 0.094692959155221801
 7.Nilai Probabilitas = 0.053779041001262837
 8.Nilai Probabilitas = 0.079742321930946977
 9.Nilai Probabilitas = 0.059691512989589447
 10.Nilai Probabilitas = 0.052130901308653062

Gambar 4.5 Probabilitas

Gambar 4.5 Gambar diatas merupakan tampilan dari proses hasil nilai perhitungan probabilitas pada *website*.

4. Proses dan Hasil Kumulatif

```
1.Nilai Komulatif = 0.190467436879475538
2.Nilai Komulatif = 0.3042339285625
3.Nilai Komulatif = 0.5205826796595
4.Nilai Komulatif = 0.57998439744091
5.Nilai Komulatif = 0.65996326361433
6.Nilai Komulatif = 0.75465622276955
7.Nilai Komulatif = 0.80843526377081
8.Nilai Komulatif = 0.88817758570176
9.Nilai Komulatif = 0.94786909869135
10.Nilai Komulatif = 1
```

Gambar 4.4 Hasil Kumulatif

Gambar diatas merupakan tampilan dari proses hasil nilai perhitungan kumulatif pada *website*.

5. Proses dan hasil seleksi Roulette whell

1	11		2
2		1	1
3	1	1	2
4			
5			
6			11
7			
8			
9			
10			

Gambar 4.5 Tampilan Probabilitas seleksi Roulette Whell

Gambar diatas merupakan tampilan dari proses perhitungan nilai komulatif Algoritma Genetika pada *website*.

6. Proses Crossover

```
Crossover
1 = 110001100100111101000111111110101110100100
2 = 0110011111010100010100110110100111101110010
3 = 0110011111010100010100110110100111101001010
4 = 0100010111100111010001110111011111110100100
5 = 0100010111100111010001110111011111110100100
6 = 0110011111010100010100110110100111101001010
7 = 0110011111010100010100110110100111101001010
8 = 101111101101100100000111011110101110100100
9 = 101111101101100100000111011110101110011010
10 = 11100111010100010101110110100111100001010
11 = 11100111010100010101110110100111100110010
12 = 110001100100111101000111111110101110011010
```

Gambar 4.6 Hasil Crossover

Gambar diatas merupakan hasil dari proses *crossover* Algoritma Genetika pada *website*.

7. Tampilan proses mutasi

```
Hasil Mutasi
1 = 110011100101010101000111111110101110000100
2 = 0110011111000100000000110110100110101100010
3 = 01100111010101000101001001100111101101010
4 = 010001011111011101010111010101111110101101
5 = 0100000111100001010001110110010111110100100
6 = 011001111101011001110111111010111101001010
7 = 0110011111010101010100110110100111100001000
8 = 1010101011111001000001101011110101010100100
9 = 1011111011011011000000111011110101111011010
10 = 1111011101010001011101110100100011100001011
11 = 1110011101011001010001110100000111100110011
12 = 1100011001101011011001110111010101110011010
```

Gambar 4.7 Hasil Mutasi

Gambar diatas merupakan hasil dari proses mutasi Algoritma Genetika pada *website*.

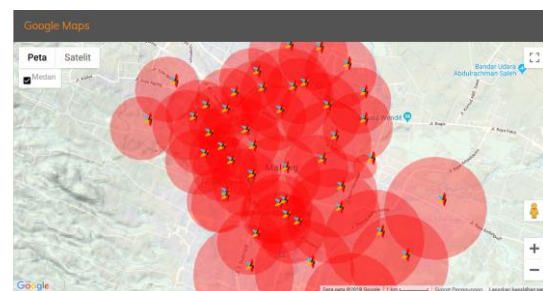
8. Hasil Tampilan individu Generasi 1

```
Fitness Generasi Baru
1 = 24-010001011111011101010111010101111110101101
2 = 21-011001110101010001010010011001111101101010
3 = 19-0110011111000100000000110110100110101100010
4 = 17-1111011101010001011101110100100011100001011
5 = 14-101111101101101101100000011101111010111011010
6 = 12-1100111001010101010001111111101011100001000
7 = 10-1010101011111001000001101011110101010100100
8 = 7-0110011111010101010100110110100111100001000
9 = 4-0110011111010110011101111110101111101001010
10 = 2-0100000111100001010001110110010111110100100
-----AKHIR GENERASI 1-----
```

Gambar 4.8 Hasil Tampilan individu Generasi 1

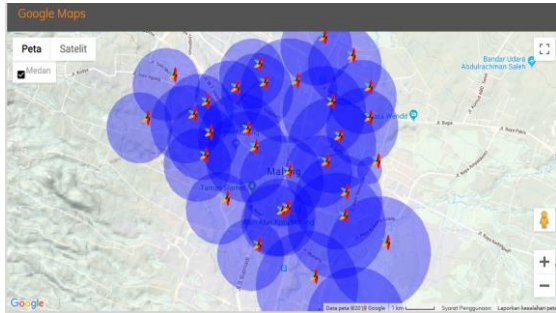
Gambar diatas merupakan tampilan individu generasi 1, individu yang memiliki nilai fitness tertinggi akan bertahan menjadi generasi yang kuat, untuk proses generasi selanjutnya dan di *ploting* pada *Google Maps*.

4.4 Hasil tampilan Google Maps



Gambar 4.9 Tampilan Plotting Google Maps

Gambar 4.9 merupakan tampilan *ploting* Google berdasarkan keseluruhan data BTS yang ada. Selanjutnya Hasil Tampilan Google Maps setelah di lakukan proses perhitungan Algoritma Genetika.



Gambar 4.10 Tampilan Plotting Google Maps Algoritma Genetika

Tampilan diatas merupakan hasil tampilan Google Maps setelah setelah di lakukan proses perhitungan Algoritma

4.5 Pengujian Fungsional Menu Website

Pada tahap pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan 2 browser yaitu Google Chrome 62.0 dan Mozilla Firefox 56.0.2. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsional aplikasi berbasis web. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Hak Akses	Fungsi	Google Chrome	Mozilla Firefox
Admin	Halaman Login	√	√
	Halaman Beranda	√	√
	Halaman radius	√	√
	Halaman hasil Algoritma Genetika	√	√
	Halaman Hasil plotting maps awal	√	√
	Halaman Hasil plotting Algoritma Genetika	√	√

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perencanaan perhitungan kebutuhan jumlah kapasitas layanan pada tahun 2020 didapatkan hasil pengguna jaringan LTE pada tahun 2020 sebanyak 37.211 user dan dari total cakupan radius dengan 43 *eNode B* dihasilkan 139.941 km se Kota Malang.
2. Parameter yang digunakan untuk menentukan pada proses Algoritma genetika adalah nilai radius dari 43 BTS *existing* dan nilai kapasitas layanan dari 43 BTS, nilai radius dan kapasitas layanan yang mempengaruhi nilai fitness tiap BTS, seleksi algoritma genetika, *crossover*, dan mutasi .

3. Berdasarkan hasil *crossover* Algoritma Genetika dengan perbandingan 6 probabilitas yang dilakukan di dalam *website* dapat ditentukan nilai probabilitas yang terbaik pada performansi pemenuhan radius adalah pada probabilitas 0.85 dengan prosentase 96.6% dengan menggunakan perhitungan kebutuhan radius dan untuk performansi kapasitas layanan adalah sebesar 96.756.
4. Hasil penempatan *eNode B* pada Google Maps dipengaruhi oleh masing – masing hasil probabilitas Algoritma Genetika, dan dapat ditentukan probabilitas yang paling baik adalah nilai hasil total performansi radius terbesar dan nilai kapasitas paling kecil, karena semakin besar nilai performansi radius semakin besar jangkauan cakupan, dan semakin kecil kapasitas layanan semakin sedikit terjadi *handover* di daerah perkotaan.

5.2 Saran

Agar dalam aplikasi ini berjalan dengan baik kedepannya, maka ada beberapa hal yang perlu dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan perencanaan penempatan *eNode B* pada BTS *existing* menggunakan Algoritma Genetika tiap kecamatan.
2. Dapat dilakukan penelitian dengan menggunakan Algoritma Genetika dengan tambahan parameter lainnya, tidak hanya menggunakan nilai radius dan kapasitas layanan.
3. Diharapkan kedepannya perencanaan penentuan BTS dapat dilakukan dengan menggunakan *software* aplikasi yang lebih mudah di operasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Admi Syarif, 2014 “Algoritma Genetika Teori dan Aplikasi, Edisi 2 “.
- [2] Anggraini, Selvina, dkk 2016, “Perbandingan Penempatan *Node B* UMTS 900 Pada BTS *Existing* Menggunakan *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*” Skripsi Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Malang Tahun 2016.
- [3] Ariyanti, Sri. 2013. Studi Pemanfaatan Digital Dividend Untuk Layanan Long Term Evolution (LTE). Puslitbang Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika. Buletin Pos dan Telekomunikasi, Vol.11 No.3 : 189-208.
- [4] Ariyanti, Sri. 2014. Studi Perencanaan Jaringan Long Term Evolution Area Jabodetabek Studi Kasus PT. Telkomsel. Puslitbang Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika. Buletin Pos dan Telekomunikasi, Vol.12 No. 4 : 255-268.
- [5] Asmungi, Gaguk., Wirawan, Y Anindito., Budi, P Endah., 2015. estimasi Luas Coverage Area dan Jumlah Sel 3G pada Teknologi WCDMA

- (Wideband Code Division Multiple Access). Brawijaya University, Indonesia. Vol. 3 No. 1.
- [6] Betha Sidik,Ir, 2005. *Pemrograman web dengan HTML*, informatika Bandung, Bandung.
- [7] Ian F Akyildiz, Jurnal The Evolution to 4G for Cellular System 2014
- [8] Mahmudy, Wayan Firdaus. 2013. Algoritma Evolusi. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya. Malang.
- [9] Mahmudy, Wayan Firdaus. 2014, 'Optimisation of Integrated Multi-Period Production Planning and Scheduling Problems in Flexible Manufacturing Systems (FMS) Using Hybrid Genetic Algorithms', School of Engineering, University of South Australia.
- [10] Pancawati Dessy, dkk Optimasi Penempatan *Node B* UMTS 900 pada BTS Existing Menggunakan Algoritma Geneti, optimasi penempatan *Node B* jaringan UMTS 900 pada BTS Existing 2013.
- [11] Radar Malang, Peningkatan Penggunaan Sarana Telekomunikasi, Tahun 2016 Malang. Dilihat pada 7 Oktober 2018.
- [12] Yusuf Septiawan tugas akhir Perencanaan Jaringan *Long Term Evolution* (LTE) *Time Division Duplex* (TDD) 2300 MHz di Semarang Tahun 2015 – 2020.