

Optimasi Penataan *Base Transceiver Station* GSM dan Penempatan Perangkat Berbasis 3G di Kota Malang Menggunakan Algoritma Genetika

Djul Fikry Budiman

jodinheva@gmail.com
Universitas Brawijaya

Sholeh Hadi Pramono

sholeh_hp@ub.ac.id
Universitas Brawijaya

Onny Setyawati

osetyawati@ub.ac.id
Universitas Brawijaya

Abstrak

Ketersediaan *Base Transceiver Station* (BTS) dengan kapasitas trafik dan perencanaan sel yang tepat merupakan salah satu kebutuhan yang harus tersedia bagi penyedia jasa layanan komunikasi bergerak seluler. Peningkatan jumlah BTS di kota Malang dan peningkatan kapasitas yang terus dilakukan terkendala oleh tata ruang kota serta perkembangan jumlah penduduk yang menjadikan beberapa BTS berada pada lokasi pemukiman padat. Penataan BTS merupakan sebuah solusi optimasi yang memungkinkan dalam peningkatan kapasitas tanpa mengurangi kapasitas trafik. Peningkatan kualitas sinyal berhubungan erat dengan nilai propagasi sinyal yang menjamin nilai *pathloss* dalam cakupan BTS, tidak menghalangi sinyal yang diterima oleh pengguna jaringan seluler. Dari hasil optimasi sinyal *pathloss* menggunakan algoritma genetika yang dibandingkan dengan nilai *pathloss* hasil *drive test*, untuk jarak yang sama didapat penurunan nilai pada masing-masing wilayah. Blimbing dari 193.45 dB menjadi 94.33 dB, Klojen dari 152.14 dB menjadi 97.56 dB, dan Kedungkandang dari 143 dB menjadi 108.2 dB. Frekuensi BTS 39746, dari 936 Mhz (2G) berubah menjadi sekitar 1800 Mhz (3G). Hal yang sama juga untuk BTS 39744, dari frekuensi 937,6 Mhz (2G), berubah menjadi 1900 Mhz (3G).

Kata Kunci—Algoritma Genetika, *Base Transceiver Station*, *Drive Test*, *Pathloss*..

Abstract

Availability Radio Base Station (RBS) with traffic capacity and planning of appropriate cell is one that needs to be available for service providers of mobile cellular communications services. Increase in the number of base stations in the city of Malang and the continuing increase in capacity is constrained by the spatial development of the city as well as the number of people who make multiple base stations located in densely populated locations. BTS arrangement is an optimization solution that enables increased capacity without reducing traffic capacity. Improved signal quality is closely related to the value that ensures the signal propagation *pathloss* value in a BTS coverage, does not preclude the signals received by the mobile network. From the results of optimization signal *pathloss* using genetic algorithms are compared with the value of *pathloss* results of the test drive using *tems* investigation, it was found that one of the two RBS 2G as samples in the area of Blimbing recommended to use the 3G system, to the area Lowok Waru no replacement needed, and for Kedungkandang region, the recommended use of one RBS system with 3G.

Keywords—*Base Transceiver Station*, *Drive Test*, *Pathloss*, *Tem*s Investigation

I. PENDAHULUAN

Salah satu aspek penting dalam perencanaan infrastruktur jaringan seluler adalah *Base Transceiver Station* (BTS) yang merupakan sebuah pemancar dan penerima sinyal *telephone* seluler. Ketersediaan BTS dengan kapasitas trafik dan perencanaan sel yang tepat merupakan salah satu kebutuhan yang harus tersedia bagi penyedia jasa layanan komunikasi bergerak seluler. Peningkatan Kualitas sinyal berhubungan erat dengan nilai propagasi sinyal yang menjamin nilai *pathloss* dalam cakupan BTS tidak menghalangi sinyal yang diterima oleh pengguna jaringan seluler. Ketersediaan BTS dengan kapasitas trafik dan perencanaan sel yang tepat merupakan salah satu kebutuhan yang harus tersedia bagi penyedia jasa layanan komunikasi bergerak seluler. Pertumbuhan menara BTS menjadi infrastruktur utama dalam penyelenggaraan jaringan telekomunikasi yang sangat dibutuhkan untuk pelayanan dan peningkatan kualitas jaringan telekomunikasi. Penambahan jumlah dan lokasi menara menjadi suatu keharusan bagi sejumlah operator seluler agar mampu melayani kebutuhan layanan dan jaringan telekomunikasi. Di satu sisi, peningkatan jumlah lokasi menara akan mendukung tercapainya pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap layanan telekomunikasi. Namun di sisi lain, penempatan menara tanpa perencanaan dan penataan serta koordinasi yang tepat akan dapat mengganggu estetika lingkungan, tata ruang suatu wilayah dan radiasi gelombang radio yang tidak terkontrol.

Beberapa penelitian dilakukan untuk proses optimasi penempatan BTS diantaranya Dessy A. Pancawati (2013), meneliti Optimasi perencanaan BTS di kota Malang menggunakan algoritma genetika hingga tahun 2016 berdasarkan BTS yang menggunakan perangkat UMTS900 *existing*. Salah satu parameter utama dalam penelitian tersebut adalah jumlah penduduk produktif pengguna 3G [7]. Hamdana E. Nur (2012) meneliti optimasi penempatan BTS di kota Malang menggunakan algoritma *monte carlo*, dimana proses optimasi penentuan tipe *Node B* berdasarkan pada distribusi *demand* 3G yang *ter-cover* dari trafik GPRS menggunakan metode acak.

Dari beberapa penelitian terdahulu, optimasi dilakukan tanpa memperhitungkan *demand* yang didapat secara langsung dari hasil pengukuran di lapangan. Dari kekurangan tersebut, pada penelitian ini, dilakukan pengukuran sinyal secara langsung dilapangan dengan metode *drive test*.

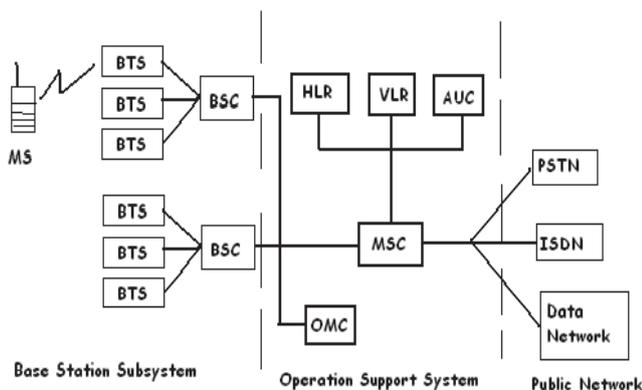
Optimasi menggunakan algoritma genetika dilakukan dengan mengoptimasi nilai-nilai parameter pada persamaan *pathloss* Okumura-Hatta. Nilai parameter-parameter optimasi didapat dari hasil *drive test* menggunakan *tems investigation*. *Link budget* dihitung secara teoritis dan dibandingkan dengan hasil pengukuran *drive test* untuk validasi nilai *pathloss*, *Rxlevel* dan *RSCP(Receive signal code power)*. Dengan proses optimasi propagasi, penataan BTS GSM dan penempatan perangkat BTS berbasis 3G menggunakan algoritma genetika, diharapkan dapat menentukan penempatan jenis BTS yang efisien.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. GSM (Global System of Mobile Communication)

Teknologi GSM memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal yang dibagi berdasarkan waktu. GSM dijadikan standar global untuk komunikasi seluler sekaligus sebagai teknologi seluler yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Arsitektur GSM secara umum diperlihatkan pada gambar 1.

Mobile System (MS) merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk melakukan pembicaraan. Terdiri atas *Mobile Equipment* dan *Subscriber Identity Module*. *Base Station*, Terdiri atas *Base Station Controller* dan *Base Transceiver Station*. Dimana fungsi dari BSS adalah mengontrol tiap - tiap BTS yang terhubung dengannya. Sedangkan fungsi dari BTS adalah untuk berhubungan langsung dengan MS dan juga berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal. *Network Sub - system* yang terdiri dari MSC, HLR, dan VLR. MSC atau *Mobile Switching Controller* adalah inti dari jaringan GSM yang berfungsi untuk interkoneksi jaringan, baik antara seluler maupun dengan jaringan PSTN. *Home Location Register* atau HLR berfungsi untuk menyimpan semua data dari pelanggan secara permanen. Untuk VLR atau *Visitor Location Register* berfungsi untuk data dan informasi pelanggan. *Operation and Support System*, Merupakan subsistem dari jaringan GSM yang berfungsi sebagai pusat pengendalian diantaranya adalah *fault management, configuration management, dan inventory management*.



Gambar 1 Struktur GSM

Alokasi spektrum GSM terdiri atas dua buah sub band masing masing sebesar 25 MHz, antara 890 MHz – 915 MHz dan 935 MHz – 960 MHz. Sebuah sub band dialokasikan untuk frekuensi *up link* dan sub band yang lain sebagai frekuensi *down link*. Sub band tersebut dibagi menjadi beberapa kanal, sebuah kanal memiliki pasangan dengan sebuah kanal pada sub band yang lain. Tiap sub band dibagi menjadi 24 kanal, yang kemudian diberi nomor dan dikenal sebagai *ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number)*. Jadi sebuah MS yang dialokasikan pada sebuah ARFCN akan beroperasi pada satu frekuensi untuk mengirim dan satu frekuensi untuk menerima sinyal.

Untuk GSM, jarak antar pasangan dengan ARFCN yang sama adalah 45 MHz dan bandwidth tiap kanal sebesar 200 KHz. Kanal pada tiap awal sub band digunakan sebagai *guard band*, Sehingga spectrum GSM akan menghasilkan 124 ARFCN, masing-masing diberi nomor 1 sampai 124. Kanal dengan jumlah 124 tersebut terbagi untuk operator operator GSM yang ada di suatu negara.

B. Link Budget

Link budget merupakan perhitungan sejumlah daya yang didapat oleh penerima berdasarkan daya output pemancar dengan mempertimbangkan semua *gain* dan *losses* sepanjang jalur transmisi radio dari pemancar ke penerima. Parameter perhitungan *link budget*, antara lain : frekuensi carier (MHz), daya pancar (dBm), *gain* antena (dBi), rugi-rugi kabel (dB), rugi-rugi konektor kabel (dB), dan sensitivitas penerima (dB). Perhitungan *link budget* disini bertujuan untuk menghitung level RSCP dari jaringan 3G. beberapa bagian dari *link budget* antara lain:

- Prediksi *Pathloss* Model Propagasi Okumura-Hata digunakan untuk perhitungan prediksi *pathloss* yang didefinisikan dengan persamaan [9]:

$$L_{pathloss} = 65.33 - 33.9 \log(fc) - 13.82 \log(ht) - a(hr) + [44.9 - 6.55(ht)] \log(d) + CM$$

(1)

dimana :

$$a(hr) = 3.2(\log[11.75hr])^2 - 4.97$$

(2)

$L_{pathloss}$ = Redaman lintasan propagasi (dB)

fc = Frekuensi (MHz)

ht = Tinggi antena *base station* (m)

hr = Tinggi antena *mobile station* (m)

$a(hr)$ = Faktor koreksi tinggi antena *mobile station*

d = Jarak antara MS dengan BTS (km)

$CM = 0$ dB, untuk kota ukuran menengah dan sub urban

$CM = 3$ dB, untuk area metropolitan atau urban

- EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*)

EIRP adalah nilai daya yang dipancarkan antenna *directional* untuk menghasilkan puncak daya yang diamati pada arah radiasi maksimum penguatan antenna. Persamaan untuk menghitung EIRP adalah [10]:

$$EIRP = Tx\ power - Cable\ loss - Connector\ Loss + BTS\ Antena\ Gain$$

(3)

dimana :

EIRP = *Effective Isotropic Radiated Power* (dBm)

Tx power = daya yang dipancarkan BTS (dBm)

BTS Antena Gain = besar penguatan antena (dBi),

Cable Loss = rugi-rugi kabel pada BTS (dB).

Connector Loss = rugi-rugikonektor kabel pada BTS (dB).

C. Algoritma Genetika

Algoritma genetik merupakan teknik pencarian dan optimasi yang terinspirasi oleh prinsip dari genetika dan seleksi alam (teori evolusi Darwin). Algoritma ini digunakan untuk mendapatkan solusi yang tepat untuk masalah optimasi dari suatu variable atau multi variable. Struktur umum dari suatu algoritma genetika dapat didefinisikan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membangkitkan populasi awal secara random.
2. Membentuk generasi baru dengan menggunakan tiga operasi diatas secara berulang-ulang sehingga diperoleh kromosom yang cukup untuk membentuk generasi baru sebagai representasi dari solusi baru
3. Evolusi solusi yang akan menevaluasi setiap populasi dengan menghitung nilai fitness setiap kromosom hingga kriteria berhenti terpenuhi maka akan dibentuk lagi generasi baru dengan mengulangi langkah 2. beberapa kriteria berhenti yang sering digunakan antara lain:
 - a. Berhenti pada generasi tertentu.
 - b. Berhenti setelah beberapa generasi berturut-turut didapatkan nilai fitness tertinggi/terendah.
 - c. Berhenti bila dalam n generasi berikutnya tidak diperoleh nilai fitness yang lebih tinggi/rendah.

III. KERANGKA SOLUSI PERMASALAHAN

Tahapan penelitian ini berisi kerangka solusi permasalahan yang meliputi penentuan lokasi BTS yang akan diteliti, luas daerah layanan, daya pemancar, kepadatan trafik data dan pengoptimasian jaringan dengan menggunakan algoritma genetika. Kerangka solusi permasalahan dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Penentuan lokasi BTS, dilakukan terhadap BTS yang berdekatan yang berlokasi di 3 kecamatan dalam lingkup kerja kodya Malang. Pada tiap kecamatan, ditentukan minimal 3 BTS sebagai sampel pengukuran dengan menggunakan metode *drive test*.
- Analisis hasil pengukuran dan perhitungan *link budget*, Data hasil pengukuran yang dilakukan kemudian dianalisis untuk mendapatkan data level daya terima (RSCP/RxLevel) yang didapat dari konversi *log file tems investigation* ke tab file (*map info*). Perhitungan menggunakan *link budget* yang dilakukan pada dasarnya digunakan untuk validasi nilai RSCP (Receive Signal

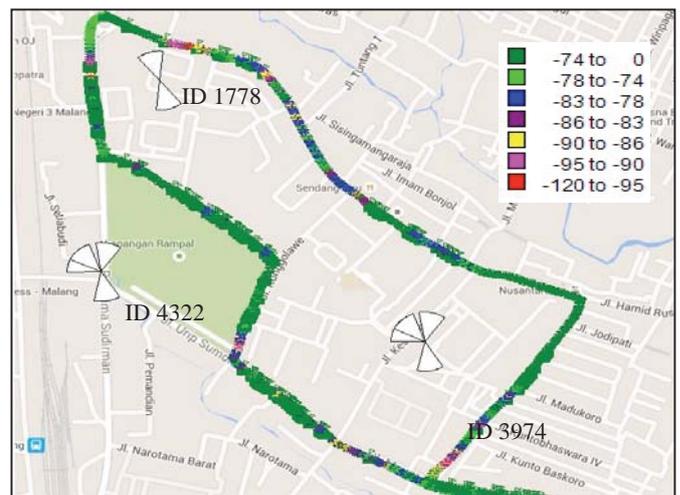
Code Power) hasil pengukuran menggunakan metode *drive test*.

- Optimasi BTS menggunakan Algoritma Genetika merupakan tahapan implementasi optimasi sinyal propagasi BTS, Parameter input yang digunakan dari hasil pengukuran adalah RSCP, Daya Pancar, dan frekuensi BTS.

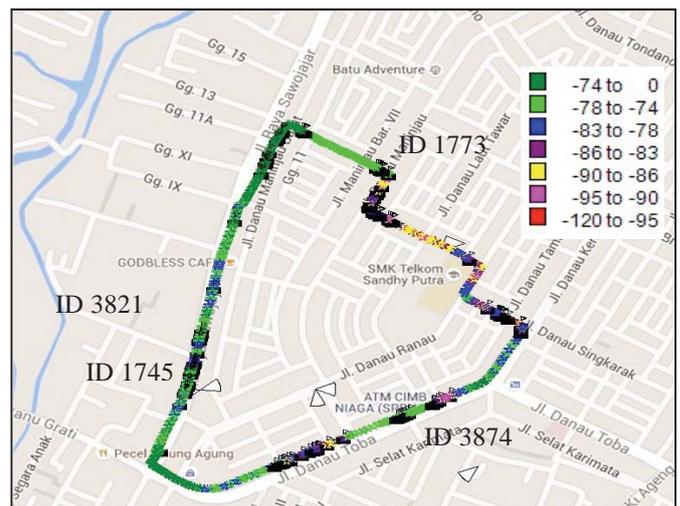
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lokasi dan Hasil Pengukuran

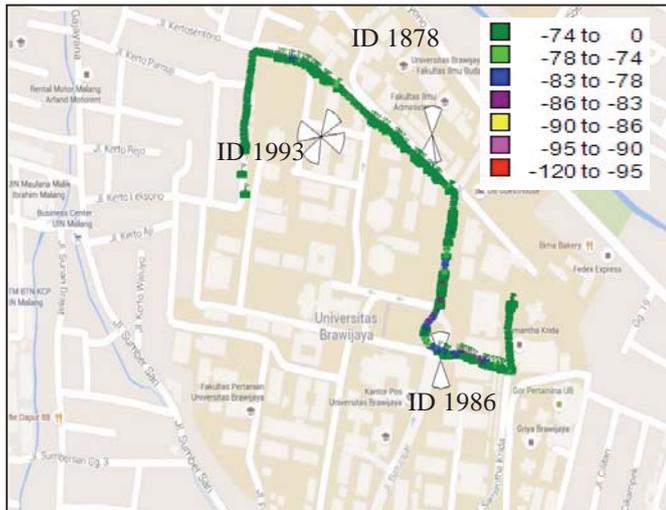
Pengukuran trafik data dilakukan dengan mengunduh file video dengan kapasitas 10 MB secara terus menerus sepanjang rute DT. Hasil RSCP *drive test* untuk masing-masing wilayah kecamatan di kota Malang, ditunjukkan pada gambar 2 hingga gambar 4.



Gambar 2 RSCP pengukuran wilayah kecamatan Blimbing



Gambar 3 RSCP pengukuran wilayah kecamatan Kedungkandang



Gambar 4 RSCP pengukuran wilayah kecamatan Klojen

Hasil pengukuran RSCP di wilayah Blimbing secara umum masuk dalam klasifikasi baik, beberapa daerah cakupan seperti di jalan Hamid Rusdi masuk dalam klasifikasi buruk, karena cakupan area BTS yang mencakup daerah tersebut cukup jauh. Hasil pengukuran yang sama juga terjadi pada wilayah kecamatan Kedungkandang, untuk wilayah sekitar jalan Danau Air Tawar nilai RSCP diklasifikasikan buruk. Warna hitam hasil pengukuran merupakan area tanpa sinyal/blank spot yang dapat disebabkan oleh polusi sinyal pilot yang dapat terjadi karena interferensi dari sinyal-sinyal pilot pada daerah tersebut.

Pengukuran wilayah Klojen secara umum masuk dalam klasifikasi sangat baik, hal tersebut juga ditunjang oleh BTS yang rata-rata telah menggunakan sistem 3G. Tabel 1 menunjukkan nilai RSCP, jenis BTS dan frekuensi yang digunakan oleh masing-masing BTS hasil pengukuran *drive test*.

Untuk wilayah Blimbing(Bli), dari hasil *drive test* terdapat satu BTS menggunakan sistem 2G dan satu BTS menggunakan sistem 3G. Wilayah Kedungkandang(KK), satu Bts menggunakan sistem 2G dan satu BTS menggunakan sistem 3G sedangkan wilayah Klojen seluruh BTS menggunakan sistem 3G. Klasifikasi sinyal RSCP yang diterima dapat dikategorikan sesuai level sinyal yang diterima oleh MS ditunjukkan pada tabel 2

B. Implementasi Algoritma Genetika

Pada proses perancangan, digunakan pemodelan sistem yang didapat dari persamaan Okumura-Hatta. Nilai awal dari tiap-tiap parameter merupakan nilai yang didapat dengan membandingkan nilai dari hasil *drive test* dengan nilai persamaan *pathloss* Okumura hatta secara teoritis. Dari persamaan 1, parameter – parameter optimasi dirubah menjadi parameter K sehingga persamaan tersebut menjadi

$$f(K) = K1 + K2 + (K3 + K4 \log(K5) + K6 \log(ht) + k7 \log(d) + k8 \log(ht) \log(d)) \quad (4)$$

TABEL 1
RSCP/RXLEV, FREKUENSI, DAN DAYA PANCAR BTS

BTS	Wilayah	fc (Mhz)	RSCP/ RXLev (db)	TX Power (db)	Sis.
39746	Bli	936	-77.86	25.4	2G
39745	Bli	936.2	-80.33	20.639	2G
17783	Bli	2142.6	-93.08	28.7	3G
18783	Klojen	2142.6	-67.32	30	3G
19863	Klojen	2142.6	-74.76	25.76	3G
19931	Klojen	2142.6	-67.57	24.98	3G
39744	kk	937.6	-87.3	18.196	2G
17452	kk	1855.2	-85.99	30	3G

TABEL 2
KLASIFIKASI NILAI RSCP

RXLevel (dBm)	Klasifikasi
-74 to 0	Sangat Baik
-78 to -74	Baik
-83 to -78	Cukup baik
-86 to -83	Sedang
-90 to -86	Cukup Buruk
-95 to -90	Buruk
-120 to -95	Sangat Buruk

Dengan tinggi MS 1 m, tinggi BTS 30 m, nilai awal parameter optimasi diberikan dengan nilai:

$$K1 = RSCP_{DT}, K2 = TX_{DT}, K3 = 65.33, K4 = 33.9, K5 = fc_{DT}, K6 = -13.82, K7 = 44.9, K8 = -6.55$$

Hasil eksekusi algoritma genetika menunjukkan bahwa Optimasi pada wilayah Blimbing dengan *drive test*, untuk radius sel 1,4 Km nilai *pathloss* adalah 136 dB menggunakan persamaan Okumura-Hatta. Setelah dilakukan optimasi menggunakan algoritma genetika, nilai *pathloss* pada radius tersebut turun menjadi 120 dB. Wilayah Klojen, nilai *pathloss* pada radius 1,8 Km adalah 152.14 dB menggunakan persamaan Okumura-Hatta. Setelah dilakukan optimasi menggunakan algoritma genetika, nilai *pathloss* pada radius tersebut adalah 97.56 dB. Pada wilayah Kedungkandang, nilai *pathloss* sebelum optimasi adalah 143 dB pada radius sel 2.2 Km. Setelah optimasi GA, didapat nilai *pathloss* sebesar 108.2 dB.

Frekuensi BTS 39746, dari 936 Mhz berubah menjadi sekitar 1800 Mhz (3G). Hal yang sama juga untuk BTS 39744, dari frekuensi 937,6 Mhz, berubah menjadi 1900 Mhz (3G).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil proses optimasi dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa nilai parameter-parameter seperti RSCP, TX power maupun nilai kapasitas BTS berdasarkan hasil *drive test* tidak jauh berbeda dengan perhitungan secara teoritis menggunakan persamaan *link budget*. Perbedaan yang dipersentasikan dalam nilai presentasi *error* terjadi karena perhitungan secara teoritis merupakan perhitungan dengan kondisi ideal, tanpa memperhitungkan adanya *pilot pollution* maupun *bad coverage* yang terjadi saat pengukuran di lakukan di lapangan.

Implementasi algoritma genetika pada proses optimasi BTS dengan menggunakan persamaan *pathloss* Okumura-Hatta sebagai pembanding memberikan hasil yang baik pada sisi

pemilihan jenis BTS yang digunakan. Hal tersebut juga berdampak pada peningkatan nilai daya terima pada MS (*mobile seluler*) dan penurunan nilai *pathloss*. Dari hasil eksekusi algoritma genetika, didapatkan bahwa satu dari 2 BTS 2G sebagai sampel di wilayah Blimbing yaitu BTS 3974 harus menggunakan sistem 3G, Untuk wilayah Lowok waru tidak ada penggantian sistem BTS 2G, sedangkan untuk wilayah Kedungkandang, satu BTS 2G harus menggunakan BTS dengan sistem 3G.

REFERENSI

- [1] Alenoghena C. O., Emagbetere J. O., Edeko F. O. " *Application of Genetic Algorithm in Radio Network Coverage Optimization – A Review*" *International Journal of Computer Applications*(0975 – 8887), 2013.
- [2] Borkowski J., Lempiäinen J. " *Novel mobile-based location techniques for UMTS*". Finland, Institute of Communications Engineering, Tampere University of Technology, 2006.
- [3] Cal'egaria Patrice dkk." *Combinatorial optimization algorithms for radio network planning*". Federal Institute of Technology, Lausanne, Switzerland, 2000.
- [4] Dahria, Muhammad. " *Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)*" *Jurnal SAINTIKOM* Vol 5 No 2, 2008: 1.
- [5] Dessy A. Pancawati, Pramono Sholeh Hadi dan Setyawati Onny. " *Optimasi Penempatan Node B UMTS900 pada BTS Existing Menggunakan Algoritma Genetika*". *Jurnal EECCIS* Vol. 7, No. 2, 2013.
- [6] Fauziah S. Nur, Mahmudah Haniah dan Wijayanti Ari. " *ANALISA INTERFERENSI CO-CHANNEL PADA SISTEM KOMUNIKASI LMDS*". Jurusan Teknik Telekomunikasi – ITS, 2011.
- [7] Hamdana E. Nur, Pramono S. Hadi, dan Dahlan E. Achmad. " *Optimasi Perencanaan Jaringan UMTS pada NodeB Menggunakan Probabilistik Monte Carlo*". *Jurnal EECCIS* Vol. 6, No. 1, 2012.
- [8] Jiworeno, " *Penentuan Zona Menara Baru Pada Komunikasi Seluler Dengan Menggunakan Geographic Information System (GIS) di Kabupaten Mojokerto*", *Jurnal Teknik Pomits*, Vol. 1, 2014.
- [9] Kennedy J.E.R (1995). *Particle Swarm Optimization*. Proc. IEEE Int. Conf. on Neural, (pp.1942-1948)
- [10] Kuswadi Son, 2007, " *Kendali Cerdas, Teori dan Aplikasi Praktisnya*", Edisi Pertama. Andi Offset, Yogyakarta.