OPTIMASI *PARTICEL SWARM OPTIMAZATION* (PSO) UNTUK PENENTUAN *BASE TRANCIVIER SYSTEM* (BTS)

Hani Zulfia Zahro'[1], Febriana Santi Wahyuni[2]
[1,2)] Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang
hani.zulfia@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Berdasarkan peraturan Menteri Kominfo No.19/PER/M.KOMINFO/03/2009 (b) tentang pembangunan menara telekomunikasi sebagai infrastruktur pendukung dalam penyelenggaraan telekomunikasi harus memperhatikan efisiensi, keamanan lingkungan dan estetika lingkungan. Dengan semakin berkembangnya teknologi informasi saat ini, harus diikuti dengan penyediaan jasa pelayanan internet yang reliable. *Base Transceiver System (BTS) sebagai peralatan yang memfasilitasi komunikasi nirkabel antara peralatan pengguna (User Equipment/UE) dan jaringan merupakan perangkat yang sangat penting dalam* penyediaan layanan internet. Frekuensi jaringan 4G yang ada di kota Malang saat ini 2300 MHz dan jangkauannya masih kurang memenuhi kebutuhan masyarakat. Maka penentuan lokasi BTS sangatlah penting. Sehingga diperlukan suatu metode dalam penentuan lokasi *Base Transceiver System (BTS)* yang akan dipasang sehingga dapat optimal dalam mentransmisikan informasi. Metode *Particel Swarm Optimazation (PSO)* merupakan salah satu metode optimasi yang termasuk dalam teknik komputasi *evolusioner*, yang mana populasi pada *Particel Swarm Optimazation (PSO)* didasarkan pada penelusuran algoritma dan diawali dengan suatu populasi yang random yang disebut dengan *particle*. *Particel Swarm Optimazation (PSO)* dapat menyelesaikan permasalahan besar dimana variabel-variabelnya adalah bilangan riil.

Kata Kunci : Optimasi, ***Base Transceiver System (BTS), Particle Swarm Optimization*** **(PSO**

1. Latar Belakang

Pertumbuhan telekomunikasi di Kota Malang sangatlah cepat. Jumlah pelanggan tahun 2016 mencapai 5 juta pelanggan, dan 40 juta pelanggan nasional. Adanya peningkatan jumlah pelanggan, jaringan telekomunikasi mampu melayani komunikasi data dengan kecepatan akses 100Mbps. Saat ini selain akses komunikasi cepat hal yang diperlukan lainnya adalah kemudahanakses data dan multimedia. Salah satu jaringannya adalah jaringan 4GLTE. Jaringan 4G ini merupakan suatu sistem berbasis IP dengan kecepatan 100Mbps/detik dan 1Gb/detik. Teknologi pada jaringan 4G menggunakan menara untuk memproses transmini yang disebut *eNode B* (Sri, 2014)

Frekuensi jaringan 4G yang ada di kota Malang saat ini 2300 MHz dan jangkauannya masih kurang memenuhi kebutuhan masyarakat (Sri, 2014). Maka penentuan lokasi BTS sangatlah penting. Sehingga diperlukan suatu metode dalam penentuan lokasi BTS yang akan dipasang.

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan metode untuk solusi optimasi, yang menggunakan teknik komputasi *evolusioner*. Yaitu system pencarian solusi permasalahan optimalisasi berbasis komputer yang menggunakan komputasional proses evolusi seperti reproduksi, kebertahanan hidup dari yang terkuat atau seleksi alami. Dimana *Particle Swarm Optimization* (PSO) ini menggunakan evolusi seleksi alam, yang terinspirasi dari perilaku sosial berkelompok burung atau ikan. yang mana populasi pada PSO didasarkan pada penelusuran algoritma dan diawali dengan suatu populasi yang random yang disebut dengan *particle* dan mencari solusi optimal dengan cara memperbaharui generasi. Pada metode optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO) variable yang digunakan adalah bilangan riil. Menurut Penelitian Rohman dkk (2016) hasil percobaan posisi BTS mempunyai tingkat akurasi 76.2304%. Sedangkan penerapan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) dengan Algoritma Genetika dapat meminimalkan jarak tempuh rute travel (Wijayaningrum dkk, 2015).

2. Tinjauan Pustaka

2.1 *Particle Swarm Optimization (PSO)*

Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) merupakan salah satu teknik komputasi evolusioner, diperkenalkan pertama kali oleh Kennedy dan Eberhart pada tahun 1995. Terinspirasi dari perilaku sosial binatang, seperti sekumpulan burung dalam suatu *swarm*. Populasi didasarkan pada penelusuran algoritma dan diawali dengan suatu populasi yang random yang disebut dengan *particle* dengan cara memperbaharui generasi akan diperoleh solusi optimal. *Particle-particle* tersebut bergerak melalui penelusuran ruang dengan *velocity* yang dinamis yang disesuaikan menurut perilaku historisnya. Oleh karena itu, particle-particle mempunyai kecenderungan untuk bergerak ke area penelusuran yang lebih baik setelah melewati proses penelusuran. Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) berbeda dengan teknik komputasi *evolusioner lainnya*, karena didalam algoritma ini pada setiap particle berhubungan dengan suatu kecepatan (*velocity)*.

Copyright (c) 2020 Jurnal Mnemonic

Walaupun mempunyai kesamaan dengan algoritma genetika, yaitu dimulai dengan suatu populasi yang acak/random dalam bentuk matriks. Tetapi algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) tidak memiliki operator evolusi yaitu crossover dan mutasi seperti pada algoritma genetika. Baris pada matriks disebut *particle* atau dalam algoritma genetika disebut sebagai kromosom yang terdiri dari nilai suatu variable. (Tuegeh, 2009).

Didalam algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dikenal beberapa istilah umum yang biasa digunakan dalam teknik optimasi meliputi *swarm, particle, Pbest, Gbest, velocity* dan *inertia weight* (Wati,2011). Adapun penjelasan dari masing-masing istilah tersebut adalah :

a. *Swarm* : populasi dari suatu algoritma.
b. *Particle*: anggota (individu) pada suatu *swarm*. Setiap particle merepresentasikan suatu solusi yang potensial pada permasalahan yang diselesaikan. Posisi dari suatu particle adalah ditentukan oleh representasi solusi saat itu.
c. *Velocity* : vektor yang menggerakkan proses optimisasi yang menentukan arah di mana suatu particle diperlukan untuk berpindah (*move*) untuk memperbaiki posisinya semula.
d. *Inertia weight* . *inertia weight* di simbolkan *w*, parameter ini digunakan untuk mengontrol dampak dari adanya *velocity* yang diberikan oleh suatu particle.
e. *Pbest* (*Personal best*): posisi P*best* suatu particle yang menunjukkan posisi particle yang dipersiapkan untuk mendapatkan suatu solusi yang terbaik.
f. *Gbest* (*Global best*) : posisi terbaik particle pada *swarm.*

Menurut Bai (2010) Algoritma *Particel Swarm Optimazation* memiliki beberapa keuntungan antara lain :

1. Algoritma *b*erdasar pada kecerdasan (*intelligence*). Ini dapat diterapkan ke dalam kedua penggunaan dalam bidang teknik dan riset ilmiah.
2. Tidak punya overlap dan kalkulasi mutasi. Pencarian dapat dilakukan oleh kecepatan dari partikel. Selama pengembangan beberapa generasi, kebanyakan hanya partikel yang optimis yang dapat mengirim informasi kepartikel yang lain, dan kecepatan dari pencarian adalah sangat cepat.
3. Menggunakan komputasi sangat sederhana, kemampuan optimisasi yang lebih besar dan dapat diselesaikan dengan mudah
4. Pemakaian kode/jumlah yang riil, serta diputuskan langsung dengan solusi, dan jumlah dimensi tetap sama dengan solusi yang ada.

2.2 *Base Tranceiver System* (BTS)

Base Tranceiver System (BTS) adalah perangkat telekomunikasi yang memberikan fasilitas komunikasi tanpa kabel antara jaringan operator dan perangkat komunikasi. Adapun perangkat komunikasi dapat berupa telepon seluler, perangkat tanpa kabel ataupun telepon. *Base Transceiver Station* (BTS) berfungsi sebagai interkoneksi antar perangkat telekomunikasi.

Topologi dan gedung yang tinggi akan sangat mempengaruhi luas jangkauan dari *Base Tranceiver System* (BTS). Perangkat ini sangat berperan dalam menjaga kualitas GSM, yaitu pada frekuensi hopping dan antena *diversity*.

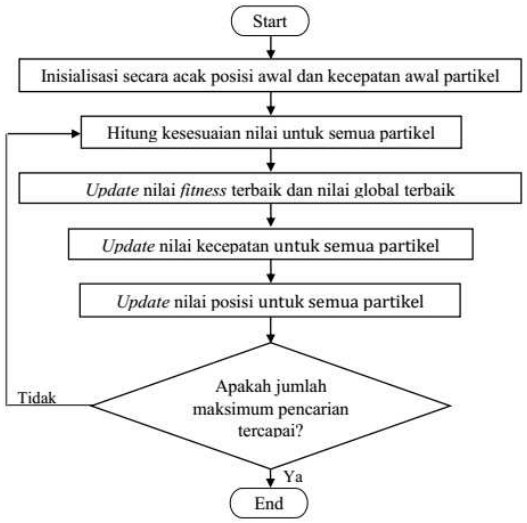
Satu *Base Tranceiver System* (BTS) akan melayani sebuah sel, dimana satu *Base Tranceiver System* akan mengatur sebuah BCCH *(Broadcast Control Channel)* dengan jumlah kanal pembawa maksimum 8 kanal. Setiap transceiver mentransmisikan dengan daya yang sama. Fungsi internal dari *Base Tranceiver System* (BTS) adalah sebagai protokol dari jalur sinyal radio, jalur sinyal informasi antara BSC dan MS, maupun protocol interface BSC (Ningsih dkk, 2015)

Sebuah *Base Tranceiver System* terdiri dari perangkat pemancar dan penerima sinyal, antena dan sebuah perangkat sinyal radio lainnya. *Base Tranceiver System* terdiri dari tiga komponen fungsional yaitu: DRCU (Diversity Radio Channel Unit), DRIX (Digital Radio Interface with Extender Board), dan DRIM (Digital Radio Interface Memory). DRCU adalah komponen penyedia frekuensi radio aktif yang akan digunakan dalam sistem telekomunikasi seluler. DRIM merupakan sebuah interface yang menghubungkan anatara DRCU dan TDM Bus (Time Division Multifelexing Bus). DRIX merupakan sebuah interface fisik antara DRIM dan DRCU. Satu buah DRIM, DRIX dan DRCU bekerja bersama-sama untuk merentangkan jalur komunikasi udara (Link Radio) bagi delapan time slot GSM yang ada. Antena biasa memiliki ketinggian beberapa jauh puluh meter dan dihubungkan dengan rak-rak melalui saluran kabel *(cable fideer).* (Ningsih dkk, 2015).

3. Metodologi Penelitian

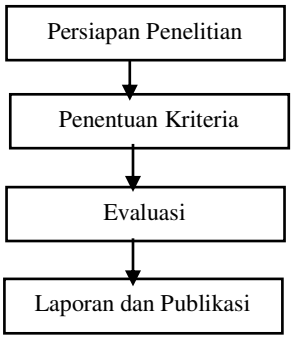
3.1 Tahapan Penelitian

Adapun flowchart algoritma *Particle Swarm Optimazation* (PSO) ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1 Flowchart *Particel Swarm Optimazation* (PSO)

Metode penelitian dapat digambarkan bentuk diagram alur penelitian seperti pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

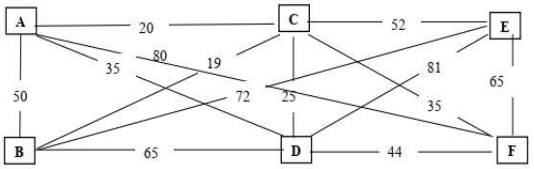
1. Persiapan penelitian
   Pada tahap persiapan penelitian, dilakukan survei pustaka survei, materi ,dan informasi tentang data – data terkait yang dibutuhkan untuk kebutuhan fungsionalias
2. Penentuan kriteria
   Merancang algoritma yang sesuai dengan kebutuhan yang telah dilakukan pada proses persiapan penelitian
3. Evaluasi
   Pengujian terhadap metode, apakah metode yang digunakan sudah sesuai
4. Laporan dan publikasi

4. Hasil dan Pembahasan

1. Inisialisasi
   Tahapan pertama adalah inisialisasi, berdasarkan ilustrasi pada Gambar 3 terdapat 6 *Base Tranceiver System* yaitu A, B, C, D, E, dan F yang menjadi partikel dan 6 rute yang merupakan populasi meliputi :

   K [1] = [B C E F D]
   K [2] = [B D F E C]
   K [3] = [D B E C F]
   K [4] = [C F E B D]
   K [5] = [F D B E C]
   K [6] = [C D B E F]

   Adapun jumlah iterasi adalah 2.



Gambar 3 Lokasi *Base Tranceiver System*

2. Evaluasi jarak total dari masing-masing *Base Tranceiver System* yang dihasilkan dari setiap partikel berdasarkan matrik jarak pada Table 1.

Table 1. Matrik Jarak

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
A	0	50	20	35	72	80
B	50	0	19	65	72	109
C	20	19	0	25	52	35
D	35	65	25	0	81	44
E	72	72	52	81	0	65
F	80	109	35	44	65	0

Keterangan:
1. Index baris dan index kolom merupakan titik awal.
2. Baris *I* merupakan index BTS asal
3. Kolom *j* index BTS tujuan
4. Nilai pada matriks jarak antar *Base Tranceiver System*.

Tahap selanjutnya menentukan parameter-parameter awal, yaitu: $c_1, c_2 = 1; r_1 = 0.6; r_2 = 0.5$, Nilai inersia θ yang biasa digunakan adalah $\theta_{max} = 0.9$ dan $\theta_{min} = 0.4$. Selanjutnya membangkitkan nilai random [0,1] sebanyak *Base Tranceiver System* yang akan dikunjungi.

$$pop = \begin{bmatrix} 0.5469 & 0.4854 & 0.9595 & 0.7577 & 0.0318 & 0.3171 \\ 0.9575 & 0.8003 & 0.6557 & 0.7431 & 0.2769 & 0.9502 \\ 0.9649 & 0.1419 & 0.0357 & 0.3922 & 0.0462 & 0.0344 \\ 0.1576 & 0.4218 & 0.8491 & 0.6555 & 0.0971 & 0.4387 \\ 0.9706 & 0.9157 & 0.9340 & 0.1712 & 0.8235 & 0.3816 \\ 0.9572 & 0.7922 & 0.6787 & 0.7060 & 0.6948 & 0.7655 \end{bmatrix}$$

popurut=

$$\begin{bmatrix} 0.0318 & 0.3171 & 0.4854 & 0.5469 & 0.7577 & 0.9595 \\ 0.2769 & 0.6557 & 0.7431 & 0.8003 & 0.9502 & 0.9575 \\ 0.0344 & 0.0357 & 0.0462 & 0.1419 & 0.3922 & 0.9649 \\ 0.0971 & 0.1576 & 0.4218 & 0.4387 & 0.6555 & 0.8491 \\ 0.1712 & 0.3816 & 0.8235 & 0.9157 & 0.9340 & 0.9706 \\ 0.6787 & 0.6948 & 0.7060 & 0.7655 & 0.7922 & 0.9572 \end{bmatrix}$$

Matrik populasi *(popurut)* yaitu matrik yang berisi partikel-partikel yang telah diurutkan, sehingga diperoleh rute dari posisi bilangan random sebelum diurutkan.

$$rute = \begin{bmatrix} 5 & 6 & 2 & 1 & 4 & 3 \\ 5 & 3 & 4 & 2 & 6 & 1 \\ 6 & 3 & 5 & 2 & 4 & 1 \\ 5 & 1 & 2 & 6 & 3 & 4 \\ 4 & 6 & 5 & 2 & 3 & 1 \\ 3 & 5 & 4 & 6 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

3. Langkah berikutnya adalah menentukan partikel dengan jarak total terkecil, dan tetapkan partikel ini sebagai *Gbest*. Untuk setiap partikel, digunakan nilai awalnya sebagai *Pbest*. Sebagai contoh sebagai berikut:

pop_1

$= [\,0.9575 \quad 0.8003 \quad 0.6557 \quad 0.7431 \quad 0.2769 \quad 0.9502]$

Menghasilkan rute [5 3 4 2 6 1] diperoleh dari 0.9575 menempati urutan keenam. 0.7431 pada posisi keempat dan seterusnya. Dilakukan untuk keseluruhan tiap rute. Misalkan diperoleh jarak minimum adalah

$G_{best}[0.1576 \quad 0.4218 \quad 0.8491 \quad 0.6555 \quad 0.0971 \quad 0.4387]$

dan untuk nilai P_{best} awal akan bernilai sama dengan titik awal. Tahap selanjutnya menentukan kecepatan awal sebagai berikut:

v_o

$$= \begin{bmatrix} 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 \\ 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 \\ 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 \\ 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 \\ 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 \\ 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 & 0.100 \end{bmatrix}$$

Maka perhitungan kecepatan pertama menggunakan rumus:

$$V_i = \theta v_0 + r_1(Pbest_1 - x_1) + r_2(Pbest_1 - x_1)$$

V_i

$= (0.9)([0.1 \quad 0.1 \quad 0.1 \quad 0.1 \quad 0.1 \quad 0.1])$

$+ 0.6[0.1576 \quad 0.4218 \quad 0.8491 \quad 0.6555 \quad 0.0971 \quad 0.4387]$

$- [\,0.5469 \quad 0.4854 \quad 0.9595 \quad 0.7577 \quad 0.0318 \quad 0.3171]$

$+ 0.4[0.1576 \quad 0.4218 \quad 0.8491 \quad 0.6555 \quad 0.0971 \quad 0.4387]$

$- [0.5469 \quad 0.4854 \quad 0.9595 \quad 0.7577 \quad 0.0318 \quad 0.3171]$

$= [-0.48386 \quad -0.31668 \quad -0.61986 \quad -0.4955 \quad 0.00704 \quad -0.13823]$

$$pop_1 = pop_1 + v_1$$

pop_1

$= [0.1576 \quad 0.4218 \quad 0.8491 \quad 0.6555 \quad 0.0971 \quad 0.4387]$

$+ [-0.48386 \quad -0.31668 \quad -0.61986 \quad -0.4955 \quad 0.00704 \quad -0.13823]$

$= [-0.3262 \quad -0.1051 \quad -0.1692 \quad -0.1600 \quad 0.1041 \quad 0.30047]$

Nilai total = -0.35592

Berdasarkan hasil implementasi metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) diperoleh urutan letak yang optimal untuk lokasi *Base Tranceiver System* (BTS) adalah : E→B→D→C→F

5. Kesimpulan

Simpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah algoritma *Particel Swarm Optimazation (PSO) diperoleh posisi optimal untuk lokasi BTS adalah* E→B→D→C→F

Daftar Pustaka

[1] Bai, Q., 2010, Analysis of Particle Swarm Optimization Algorithm, *Computer and Information Science*, vol. 3, no. 1, pp.180–184.

[2] Ningsih, Tri Widia. Imansyah, Ftri., W, F. Trias Pontia. Analisis Jaringan Base Transceiver Station (BTS) Sidomulyo Terhadap Performansi Jaringan PT. Indosat Sintang.

[3] Rohman Moh Fatkhur, Rofii Faqih, Hunaini Fachrudin. 2016. Optimasi Penempatan Menara BTS Menggunakan *Quantum-Behaved Particle Swarm Optimization.* Vol:5, No. 3, November 2016. ISSN: 2302-2949

[4] Sri, Aryani. 2014. Studi Perencanaan Jaringan Long Term Evolution Area Jabodetabek Studi Kasus PT. Telkomsel Study of Long Term Evolution Network Planning in Jabodetabek, Case Study of PT. Telkomsel.

[5] Tuegeh Maickel , Soeprijanto , Purnomo Mauridhi H. 2009. *Modified Improved Particle Swarm Optimization For Optimal Generator Scheduling*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009 (SNATI 2009). Yogyakarta, 20 Juni. ISSN: 1907-5022.

[6] Wati, Dwi Ana Ratna.,2011.,Sistem Kendali Cerdas. Graha Ilmu. Yogyakarta

[7] Wijayaningrum Vivi Nur, Cholissodin Imam, Susanto Edy. 215. Optimasi Rute Kendaraan Travel Menggunakan *Hybrid Particle Swarm Optimization* Dengan Algoritma Genetika. Vol. 2 No. 3.