Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X
Vol. 1, No. 9, Juni 2017, hlm. 842-848 http://j-ptiik.ub.ac.id

Optimasi *Multiple Travelling Salesman Problem* Pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritme *Particle Swarm Optimization* (Studi Kasus: UD. Tosa Malang)

Rinindya Nurtiara Puteri[1], Agus Wahyu Widodo[2], Imam Cholissodin[3]

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: [1]rinindyanurtiaraputeri@gmail.com, [2]a_wahyu_w@ub.ac.id, [3]imamcs@ub.ac.id

Abstrak

Penerapan pelaksanaan pendistribusian yang kurang optimal dapat menghambat proses penyaluran air minum. Keterlambatan pengiriman air minum menjadi hambatan dalam pendistribusian. Keterlambatan pengiriman barang tentunya dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya ketidaktahuan sales mengenai rute jalur terpendek ke tempat para pelanggan. Oleh sebab itu diperlukan sistem yang dapat mempermudah kinerja sales dalam menentukan rute jalan terpendek yang akan dilalui. Pada permasalahan pedistribusian ini disebut *Multiple Travelling Salesman Problem* karena melibatkan lebih dari satu sales. Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah menentukan rute jarak terpendek yang akan dilalui oleh semua sales. Dan algoritme yang digunakan pada penelitian kali ini adalah Algoritme *Particle Swarm Optimization*. Penelitian mengenai *Multiple Travelling Salesman Problem* telah banyak dilakukan, namun dengan metode *PSO* masih sedikit. *Particle Swarm Optimization* merupakan salah satu metode yang dapat menyelesaikan masalah mengenai *M-TSP* dimana metode tersebut akan memberikan beberapa alternatif solusi yang mendekati solusi optimum. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mengusulkan Optimasi *Multiple Travelling Salesman Problem* Pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritme *Particle Swarm Optimization*. Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan urutan rute yang dihasilkan menggunakan algopritma particle swarm optimization lebih baik dari penerapan yang dilakukan oleh distributor, dan diperoleh parameter optimal yaitu sebanyak iterasi 30 dan dengan ukuran partikel 90.

Kata kunci: *distribusi, air minum, M-TSP, particle swarm optimization*

Abstract

If the distribution application was not run optimally ,it can obstruct the distribution of drinking water process.The tardiness of drinking water transmission become an obstacle in the process and it is also effected by many factors, such as sales ignorance about the shortest path to where the customers are.So this system can lead and make the process easier to determine the shorthest path. In that Distribution obstacle we called it Multiple Travelling Salesman Problem because implicate more than one factor .One of the main purpose from this research is to determine the shortest path for every saleses.This thesis uses Particle Swarm Optimization Algorithm. There were some thesis talked about Multiple Travelling Salesman Problem but to PSO method is scarce. Particle Swarm Optimization is one of the method that solved M-TSP which is that method will gives some effective solutions.Based on the background,researcher choose to use The optimization of Multiple Travelling Salesman Problem application,and in drinking water distribution use Particle Swarm Optimization Algorithm. The result that had been proved show the route sequence that used is better from optimum parameter made 30 iterations and with 90 particle.

Keywords: *distribution, drinking water, M-TSP, particle swarm optimization*

1. PENDAHULUAN

Pendistribusian barang merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dari produsen ke pelanggan, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan. Kegiatan pendistribusian selalu digunakan untuk semua perusahaan yang ingin meningkatkan produktivitasnya. Pendistribusian biasanya berkaitan dengan adanya suatu jalur atau jalan menuju tempat tujuan. Masalah pendistribusian tidak terlepas dengan bagaimana mengatur strategi dalam menyalurkan barang agar proses penyaluran barang dapat berjalan dengan baik dan dapat menguntungkan bagi perusahaan itu sendiri. Strategi pendistribusian ini dimaksudkan untuk dapat mengefektifkan penelusuran jalur yang optimal untuk pendistribusian barang. Selain itu juga memerlukan penentuan rute dengan menggunakan Travelling Salesman Problem.

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah sebuah jenis permasalahan pendistribusian barang untuk menentukan rute kendaraan dari setiap yang berangkat dari depo pertama. Selain itu ada metode lain kelanjutan dari TSP yaitu *Multiple Travelling Salesman Problem* (M-TSP) dimana kita membutuhkan lebih dari satu sales untuk mendistribusikan air minum. Dengan kinerja yang dilakukan oleh beberpa sales, maka akan dapat mempercepat pekerjaan dan dapat memperkecil biaya transportasi sehingga dapat menambah keuntungan bagi perusahaan. Konsep pada M-TSP ini, seorang sales yang bertugas mendistribusikan air minum harus mengunjungi beberapa toko pelanggan yang sudah menjadi langganan tepat hanya sekali jalan dan kembali ke tempat distributor awal pada saat akan melakukan pendistribusian disetiap harinya (Fatmawati, 2015). Seperti halnya peneltian yang telah dilakukan oleh (Surya A.A, 2016) mengenai pemilihan rute jalur pariwisata di pulau Lombok dengan Metode *Hybird Discrete Particle Swarm Optimization.*

Berdasarkan latar belakang, penulis berharap sistem dengan implementasi metode ini dapat memperoleh rute jalur terpendek dari jarak yang paling minimum sehingga dapat digunakan sebagai sebuah pertimbangan dari perusahaan untuk mendapatkan keuntungan maksimum dari meminimalisir biaya transportasi. Dengan begitu pendistribusian di UD. Tosa ke gerai-gerai yang ada bisa lebih efektif, efisien dan optimal.

2. DASAR TEORI

2.1 Optimasi

Optimasi merupakan usaha untuk meminimalkan maupun memaksimalkan secara sistematis dengan menggunakan beberapa fungsi, peluang, ataupun dengan menggunakan metode lainnya (fachrurrazi, 2014). Hal ini digunakan untuk mencapai hasil yang efektif dan efisien pada semua bidang.

2.2 Distribusi

Distribusi adalah sebuah aktifitas yang sering orang lain lakukan, baik dalam bidang bisnis maupun non bisnis di kehidupan sehari-harinya. Menyampaikan produk ke pelanggan atau klien merupakan salah satu aktivitas dari pendistribusian barang. (Hahury, 2010). Proses distribusi di bagi menjadi 2 diantaranya : (Anonim, 2014)

1. Distribusi Langsung
   Proses yang dilakukan dari produsen untuk pelanggan secara langsung dan tidak membutuhkan perantara lain.
2. Distribusi Tidak Langsung
   Proses yang dilakukan oleh seseorang yang mempunyai tanggung jawab pada produsen untuk menyalurkan barang ke pelanggan, adanya orang ketiga ataupn perantara.

2.3 *Multiple Travelling Salesman Problem* (M-TSP)

M-TSP adalah kelanjutan dari masalah TSP itu sendiri, dimana kita membutuhkan lebih dari satu sales untuk mendistribusikan air minum. Dengan kinerja yang dilakukan oleh beberpa sales, maka akan dapat mempercepat pekerjaan dan dapat memperkecil biaya transportasi sehingga dapat menambah keuntungan bagi perusahaan. Konsep pada M-TSP ini, seorang sales yang bertugas mendistribusikan air minum harus mengunjungi beberapa toko customer yang sudah menjadi langganan tepat hanya sekali jalan dan kembali ketempat distributor

awal pada saat akan melakukan pendistribusian disetiap harinya.

2.4 Algoritme *Particle Swarm Optimization*

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah salah satu perkembangan terbaru dalam kategori heuristic mengenai teknik optimasi. Pada awal pengembang PSO, Kennedy dan Eberhart pada tahun memiliki konsep yang didasarkan pada perilaku individu (partikel atau gen) dari sekelmpok burug atau ikan, sebagai alat optimasi itu sendiri menyediakan pencarian berdasarkan populasi.

Particle Swarm Optimization (PSO) sendiri memiliki kesamaan dengan algoritme genetika, Tetapi PSO tidak bergantung pada operator seleksi, operator crossover dan operator mutasi. PSO mengoptimalkan populasi melalui pertukaran informasi di antara individu. PSO mencapai solusi optimal dengan memulai dari kelompok solusi acak dan kemudian mencari berulang kali. Fungsi fitness adalah satu-satunya standar untuk menilai baik atau tidaknya. Dalam mengambil timbal balik dari panjang setiap jalur sebagai fungsi fitness. Semakin pendek panjang yang lebih baik nilai-nilainya (P. Vamski Krishna, 2014).

Adapun proses pencarian nilai optimum melalui algoritme PSO adalah sebagai berikut: (Misra Hartati, 2012)

1. Penentuan Nilai Parameter

Nilai parameter adalah nilai apa saja yang dibutuhkan pada algoritme *Particle Swarm Optimization*. Adapun nilai parameter yang diperlukan antara lain : inisialisasi kecepatan, posisi, nilai pbest, nilai gbest, nilai fitness yang akan dicari dan sebagai dari jawaban atas permasalahan yang ada.

2. Inisialisasi Kecepatan dan Posisi Partikel

Pada inisialisasi kecepatan dan posisi partikel diperoleh dari kumpulan partikel yang diambil secara acak atau random.

$$\boldsymbol{v_i^t = 0} \qquad (1)$$

$$\boldsymbol{x_i^t = x_i(t)} \qquad (2)$$

Keterangan:
x_i^t = posisi partikel ke-*i* pada iterasi ke-*t*
v_i^t = kecepatan partikel ke-*i* pada iterasi ke-*t*

3. Menghitung Nilai Fitness

Untuk menghitung nilai fitness dari masing-masing partikel dengan rumus:

$$fitness = \frac{1}{f_{(x)}} \qquad (3)$$

Keterangan:
$f(x)$ = jumlah total jarak antar partikel/tempat
(x) = partikel/tempat

Untuk update kecepatan dari masing-masing dimensi menggunakan rumus (Cholissodin & Riyandani, 2016):

$$v_i^{t+1} = c_1.v_i^t \oplus c_2\left(\left(Pbest_i^t + \frac{1}{2}\left(Gbest_g^t - Pbest_i^t\right)\right) - x_i^t\right) \qquad (4)$$

Keterangan:
v_i^{t+1} = update kecepatan pada partikel ke-*i* pada iterasi ke-*t*+1
v_i^t = kecepatan pada partikel ke-*i* pada iterasi ke-*t*
c_1, c_2 = nilai konstanta random antar 0-1
$Pbest_i^t$ = partikel ke-*i* terbaik pada iterasi ke-*t*
$Gbest_g^t$ = global best dari *fitness* tertinggi pada iterasi ke-*t*
x_i^t = posisi partikel pada ke-*i* iterasi ke-*t*

Sedangkan untuk update posisi dengan menggunakan rumus :

$$x_i^{0+1} = x_1^0 + v_1^{0+1} \qquad (5)$$

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada proses alur pendistribusian air minum oleh para sales dengan cara mengetahui semua tempat pelanggan dan jumlah jarak yang ada. Dengan ini akan mendapatkan keluaran berupa urutan rute yang paling terpendek yang akan menjadi salah satu alternatif untk sales mengirimkan pesanan ke pelanggan. Berikut pada Gambar 1 merupakan alur dari proses menentukan rute jalur terpendek pada pendistribusian air minum.



Gambar 1 Alur Proses Optimasi M-TSP pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritme *Particle Swarm Optimization*

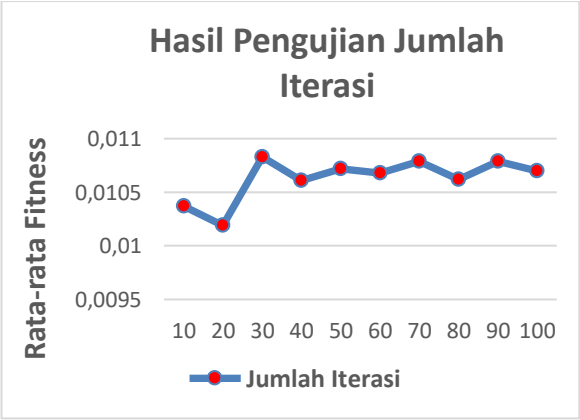
Berdasarkan Gambar 1 proses dalam menentukan rute jalur terpendek pada pendistribusian air minum diawali dengan memberi masukan pada sistem yaitu sisem distribusi dan sistem menggunakan algoritme *particle swarm optimization*. Pada penggunaan algoritme particle swarm optimization hal pertama adalah membentuk partikel awal, dimana partikel awal akan membentuk sebuah partikel yang telah ditentukan saat menginputkan nilai. Dari hasil pembentukan partikel awal akan dilanjutkan pada penghitungan total jarak dan nilai fitness. Perhitungan total jarak dan nilai fitness digunakan untuk dapat memperoleh nilai pbest dari masing-masing partikel yang ada. Kemudian dari hasil pbest yang diperoleh dari masing-masing partikel, nilai pbest tertinggi akan menjadi nilai gbest disetiap kali proses iterasi yang dilakukan. Kemudian Proses selanjutnya adalah update kecepatan partikel yang digunakan untuk menemukan hasil yang akan digunakan untuk perpindahan. Setelah hasil update kecepatan diperoleh, barulah update posisi yakni digunakan untuk memindahkan atau menukarkan letak posisi dari setiap partikel berdasarkan hasil update yang didapatkan. Dari proses tersebut akan menghasilkan partikel baru, dimana dengan nilai rata-rata fitness tertinggi akan menjadi solusi rute dengan jarak terpendek yang merupakan solusi yang mendekati optimum.

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian terhadap hasil penentuan rute jalur terpendek diantaranya pengujian jumlah iterasi, pengujian partikel dan pengujian perbandingan optimasi data sistem dan UD. Tosa.

4.1 Pengujian Jumlah Iterasi

Pengujian penelitian yang pertama dilakukan adalah pengujian jumlah iterasi pada algoritme *particle swarm optimization*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing nilai *fitness* terhadap jumlah iterasi yang diujikan. Pada percobaan pengujian kali ini akan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Dimana setiap iterasi yang diujikan akan memiliki jumlah yang berbeda. Pada pengujian percobaan ini menggunakan ukuran parameter partikel 10, c_1=0.5 dan c_2=1, dengan banyaknya pelanggan 30 toko. Pengujian jumlah iterasi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.

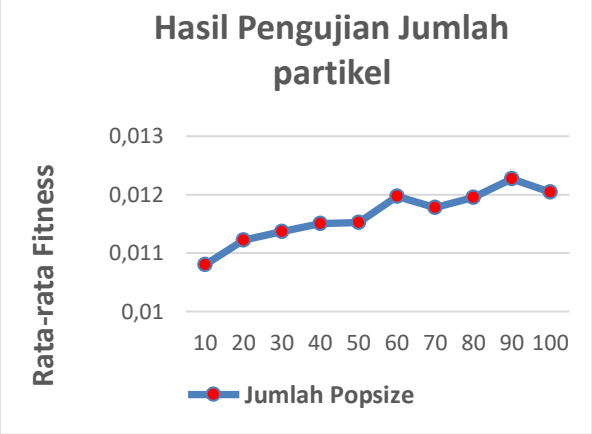


Gambar 2 Grafik Pengujian Jumlah Iterasi

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 2 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah nilai *fitness* terbesar yaitu 0.01083 pada iterasi 30, sedangkan rata-rata jumlah nilai fitness terkecil pada jumlah iterasi 20 yaitu 0.01019. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat peningkatan dan penurunan serta kestabilan jumlah iterasi yang dilakukan.

4.2 Pengujian Jumlah Partikel

Pada pengujian jumlah partikel bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel pada masing-masing nilai *fitness* yang diperoleh oleh sistem. Pada perancangan pengujian pada bab yang sebelumnya, bahwa di dapat pengujian sebanyak 10 kali percobaan dengan menggunakan banyaknya populasi 10 hingga 100. Untuk ukuran iterasi yakni 30 yang diperoleh dari hasil rata-rata nilai *fitness* tertinggi pada pengujian sebelumnya, c_1=0.5 dan c_2=1. Dengan banyaknya pelanggan terdapat 30 toko. Hasil pengujian jumlah partikel dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3 Grafik Pengujian Jumlah Iterasi

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 3 menunjukkan bahwa rata-rata nilai fitness tertinggi yaitu 0.01227 pada jumlah partikel 90 dan rata-rata nilai fitness terendah sebesar 0.0108 pada partikel 10. Dari pengujian grafik rata-rata nilai fitness adanya peningkatan dan penurunan pada jumlah partikel yang diujikan. Terlihat pada ukuran partikel 10 sampai 60 mengalami kenaikan, namun mengalami sedikit penurunan pada jumlah partikel 70. Setelah itu terjadi kenaikan kembali dimana partikel 90 ini menjadi populasi paling optimal dikarenakan memiliki rata-rata fitness tertinggi. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin banyaknya partikel yang digunakan dalam proses maka nilai *fitness* yang dihasilkan akan semakin baik. Hal ini dapat dibuktikan bahwa semakin banyaknya jumlah partikel yang digunakan maka semakin banyaknya pilihan rute dan untuk mendapatkan rute terbaik semakin besar. Dari sini dapat disimpulkan bahwa tidak selalu semakin banyak jumlah populasi yang digunakan akan menghasilkan solusi optimum.

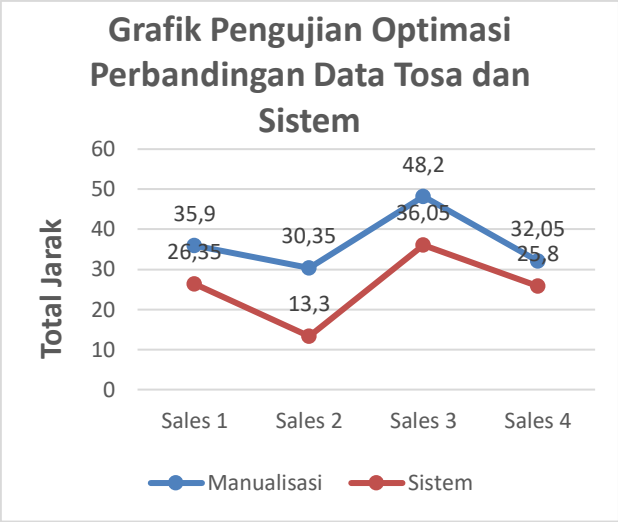
4.3 Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem dan UD. Tosa yaitu membandingkan hasil solusi mengenai pemilihan rute pada pensistribusian air minum pada sistem dengan hasil kinerja pada UD. Tosa tersebut. Data yang digunakan adalah data dari rute sales pada UD.Tosa yang bertugas mengantarkan pesanan ke para pelanggan di setiap harinya. Pada pendistribusian air minum UD.Tosa, sales bertugas mengirimkan pesanan berdasarkan urutan pada pemesanan pelanggan. Pamesanan pelanggan yang ada akan dikumpulkan dan nantinya akan dibagikan ke masing-masig sales. Pada pengujian ini digunakannnya sales sebanyak 4 orang dan dalam satu hari terdapat 30 pesanan yang memiliki alamat tujuan yang berbeda. Untuk lebih jelasnya pengujian hasil UD. Tosa dan sistem dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil Perbandingan Sistem dan UD. Tosa

	Total Jarak (km)				Fitness
	Sales 1	Sales 2	Sales 3	Sales 4	
Hasil UD. Tosa	35.9	30.35	48.2	32.05	0.00683
Hasil Sistem	26.35	13.3	36.05	25.8	0.00985
Selisih total Jarak	9.55	17.05	12.15	6.25	0.02222

Dari hasil pengujian pada Tabel 1 Dapat dibuktikan bahwa hasil kinerja dari sistem ini bisa menjadi solusi dibandingkan dengan hasil UD. Tosa. Hasil perbandingan jarak yang paling tertinggi diperoleh pada sales 2 yaitu sebesar 17.05 km. Dari pengujian sistem terlihat total jarak selalu lebih kecil dari hasil UD. Tosa. Dengan ini sistem dapat menjadikan sebuah solusi dalam menentukan rute jalan terpendek. Sehingga para sales dapat mengetahui rute jalur terpendek mana yang harus ditempuh terlebih dahulu agar dapat memaksimalkan waktu sebaik mungkin dan dapat meminimalkan biaya transportasi. Adapaun grafik mengenai hasil perbandingan pengujian sistem dan UD. Tosa dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4 Pengujian Optimasi Sistem dan UD. Tosa

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dari penelitian optimasi *multiple travelling salesman problem* pada pendistribusian air minum menggunakan *Particle Swarm Optimization*, dapat diambil kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Algoritme Particle Swarm Optimization (PSO) ternyata dapat mengimplementasikan untuk optimasi *multiple travelling salesman problem* dalam menentukan rute jalan terpendek. Permasalahan pada penggunaan algoritme *particle swarm optimization* dapat diselesaikan dengan beberapa tahapan diantaranya melakukan inisialisasi kecepatan, inisialisasi partikel dengan panjang partikel sebanyak jumlah toko pelanggan, membentuk rute berdasarkan toko pelanggan secara random, menghitung total jarak dari masing-masing partikel, menghitung nilai *fitness* dari setiap partikel, memperbarui kecepatan dan posisi pada setiap iterasi, menentukan *pbest* terbaik dari setiap partikel yang dan menentukan *gbest* terbaik dari semua partikel sesuai dengan batas iterasi yang ditentukan. Nilai *fitness gbest* pada iterasi terakhir yang akan digunakan menjadi solusi terakhir. Pada penelitian ini menggunakan 3 pengujian yang diantaranya pengujian jumlah iterasi, pengujian jumlah partikel dan pengujian perbandingan optimasi kinerja sistem dengan UD. Tosa. Adapun Fitur yang terdapat pada sistem ini diantaranya dapat memilih pelanggan yang akan dikirimkan barang, dapat menentukan jumlah banyaknya sales, mengisi parameter yang digunakan dan dapat melihat rincian proses dari algoritme.
2. Pada sistem optimasi dalam menentukan rute jalur terpendek antar toko pelanggan 1 dengan toko pelanggan lainnya menggunakan algoritme *Particle Swarm Optimization*, memiliki parameter terbaik dari setiap nilai *fitness* yang didapatkan. Hasil dari nilai *fitness* terbaik diperoleh dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, antara lain :
   - Jumlah iterasi paling optimal sebanyak 30, dengan rata-rata *fitness* 0.01083
   - Jumlah partikel paling optimal sebanyak 90, dengan rata-rata *fitness* 0.01227
3. Selisih nilai jarak dari perbandingan pada sistem dan UD. TOSA dapat digunakan untuk untuk mengukur kualitas solusi yang dihasilkan. Pada pengujian perbandingan hasil yang telah dilakukan memperoleh selisih jarak tertinggi pada sales 2 sebesar 17,05 km dengan nilai *fitness* dari pengujian sistem sebesar 0.00985 serta dengan selisah fitness sebesar 0.2222. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa solusi yang didapat oleh sistem lebih baik dari pada hasil asli dari UD. Tosa.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang ada, apabila pembaca ingin mengembangkan penelitian lebih lanjut ada beberapa kriteria lain diantaranya:

1. Untuk penelitian berikutnya, dapat melakukan pengujian untuk parameter *Particle Swarm Optimization* yang lainnya seperti parameter c_1, c_2. Selain itu dapat menghybird algoritme PSO dengan algoritme lain dengan menambahkan parameter lain dari algoritme yang digunakan agar bisa membanding hasil solusinya, dimana yang dapat lebih mendekati solusi optimum.
2. Peneliti Menambahkan kondisi-kondisi yang mempengaruhi penentuan rute diantaranya; kapan toko pelanggan buka atau saat akan mengirimkan pesanan, keadaan jalan yang baik/rusak

6. DAFTAR PUSTAKA

A A Gede Oka D S, I. C. E. S., 2016. Pemilihan

Rute Jalur Terpendek Antar Tempat Wisata Di Pulau Lombok Dengan Metode Hybird Discrete Particle Swarm Optimization. *PTIIK DORO:Repository Jurnal Mahasiswa*, Volume 7, p. 22.

Anonim, 2014. *Kegiatan Ekonomi : Kegiatan Produksi, Kegiatan Distribusi, dan Kegiatan Konsumsi.* http://www.gexcess.com/kegiatan-ekonomi-kegiatan-produksi-kegiatan-distribusi-dan-kegiatan-konsumsi.html, s.n.

Cholissodin, I. & Riyandani, E., 2016. *Swarm Intelligence.* Universitas Brawijaya ed. s.l.:Fakultas Ilmu Komputer.

Deepika Yadav, R. N. a. V. S., 2014. Improved Particle Swarm Optimization Algorithm for Hydrothermal Generation Scheduling. *Hydro Nepal,* Issue 15, pp. 65-72.

Erny, 2013. Optimasi Pola Penyusanan Barang dalam Peti Kemas Menggunakan Algoritme Particle Swarm Optimization. *Jurnal Matematika Komputasi.*

fachrurrazi, S., 2014. Penerarapan Algoritme Genetika Dalam Optimasi Pendistribusian Pupuk di PT. Pupuk Iskandar Muda Aceh Utara.. *Penelitian Teknik Informatika Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe Aceh.*

Fakhiroh, D. M. W. F. I., 2015. Optimasi Komposisi Pakan Sapi Perah Menggunakan Algoritme Genetika. *Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya.*

Fatmawati, B. P. E. N., 2015. Penyelesaian Travelling Salesman Problem Dengan Metode Tabe Search. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster),* 04(1), pp. 17-24.

Hahury, H. D., 2010. Penentuan Saluran Distribusi Oven Pada UD, Swan Jaya Di Kota Ambon. *Jurnal Ekonomi-Fekon Universitas Pattimura,* IV(2), pp. 12-21.

Hermawan, 2012. Implementasi Algoritam Particle Swarm Optimization untuk Pennetuan Posisi Strategis Agent pada Simulasi Robot Sepak Bola Dua Dimensi. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika.*

Maickel Teugeh, a. S. M. H. P., 2009. Optimal Generator Scheduling Based On Particle Swarm Optimization. *Seminar Nasional Informatika,* pp. 25-31.

Misra Hartati, I. V. B. S., 2012. Pengembangan Algoritme Particle Swarm Optimization untuk Optimalisasi Dispersi Batch Pada Proses Produksi. *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS,* pp. 116-123.

Monica Widiasri, A. J. A. Z. A., 2011. Penarapan Particle Swarm Optimization untuk Penentuan Parameter Regularisasi pada Kernel Regularized Discriminant Analysis. *Computer Science and Engineering, Information Systems Technologies and Applications,* pp. 61-66.

P. Vamski Krishna, M. O., 2014. Travelling Salesman Problem Using Particle Swarm Optimization. *Journal of Innovation Computer Science and Engineering,* 4(1), pp. 27-30.

Renzy Nuritha Sari, W. F. M., 2015. Penyelesaian Multiple Travelling Salesperson Problem(M-TSP) Dengan Algoritme Genetika : Studi Kasus Pendistribusian Air Mineral. *DORO:Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya,* 5(14).

Rosita A., P. Y. S. R., 2012. Implementasi Algoritme Particle Swarm Optimization untuk Menyelesaikan Sistem Persamaan Nonlinier. *Jurnal Teknik ITS,* Volume 1.

Tri Kusnandi Fazzarudin, M. D. S. G. S. W., 2015. Multi-Depot Vehicle Routing Problem With Time WIndow Menggunakan Adaptive Genetic Algorithm dengan Fuzzy Logic Cintroller. *Jurnal Teknologi,* 8(2), pp. 135-142.

Xuesong Yan, C. Z. W. L. W. L. W. C. a. H. L., 2012. Solve Traveling Salesman Problem Using Particle Swarm Optimization Algorithm. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues* , 9(6), pp. 264-271.