

Genetic Algorithm Approach to Logistics Transportation and Distribution Problems: A Case Study of Parcel Delivery Services

by Editor Opsi

Submission date: 12-Jul-2021 04:37PM (UTC+0700)

Submission ID: 1618646099

File name: 4903-13420-3-SM.docx (829.78K)

Word count: 2687

Character count: 16122

Genetic Algorithm Approach to Logistics Transportation and Distribution Problems: A Case Study of Parcel Delivery Services

Pendekatan Algoritma Genetika Pada Masalah Transportasi Dan Distribusi Logistik : Studi Kasus Jasa Pengiriman Parcel

ABSTRACT

Transportation and distribution activities require companies to have careful transportation planning to maintain resource efficiency. One form of planning in the transportation is planning the route and the number of vehicles. The research output is to get the best shipping route from each transportation in the form of the smallest shipping cost, delivery distance and shortest time. The approach used to determine the best route is the genetic algorithm (GA) method. In the application of GA in finding routes according to the objective, it gives the best results. From the results of the study, it was concluded that the GA algorithm was able to produce the best route effectiveness of 35.5% with a minimum distance of 76.4 km with the route 1-16-7-14-13-17-21-22-6-19-18 - 3-23-9-19-15-24-4-15-20-8-11-2-25-5-2 and a travel time of 4 hours 51 minutes and a fee of Rp. 213,000 with a delivery route on the test.

Keywords: Genetic Algorithm; Transportation; Logistik; Chromosome

ABSTRAK

Transportasi dan distribusi dalam aktivitas logistik menuntut perusahaan untuk memiliki perencanaan transportasi yang matang untuk menjaga efisiensi sumber daya. Salah satu bentuk perencanaan dalam transportasi tersebut adalah perencanaan rute dan jumlah kendaraan. Keluaran penelitian adalah mendapatkan rute pengiriman terbaik dari setiap transportasi berupa biaya pengiriman terkecil, jarak pengiriman dan waktu terpendek. Pendekatan yang digunakan untuk menentukan rute terbaik dengan metoda algoritma genetika (GA). Pada penerapan GA dalam menemukan rute sesuai fungsi objektifnya, memberikan hasil terbaik. Dari hasil penelitian, didapatkan kesimpulan bahwa algoritma GA mampu menghasilkan efektifitas pelacakan rute terbaik 35,5% dengan jarak minimum adalah 76,4 km dengan rute 1-16-7-14-13-17-21-22-6-19-18-3-23-9-19-15-24-4-15-20-8-11-2-25-5-2 dan waktu tempuh 4 jam 51 menit dan biaya sebesar Rp. 213.000 dengan rute pengantaran pada pengujian.

Kata Kunci: Genetic Algorithm; Transportation; Logistik; Chromosome

1. PENDAHULUAN

Dalam konteks logistik, persoalan distribusi dan transportasi menjadi hal penting dalam menunjang pengiriman barang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Problematika yang ada pada pengiriman parcel adalah menentukan bahwa pelayanan pengiriman dan distribusi parcel yang dilakukan telah memenuhi kelayakan ekonomis, efisien, dan *feasible* sehingga keuntungan perusahaan akan maksimal. Itulah sebabnya, perlu menentukan perhitungan rute perjalanan pengiriman parcel yang terbaik agar diperoleh hasil yang terbaik, efisiensi dan membuat pelanggan merasa nyaman dalam melakukan transaksi pada perusahaan tersebut.

Untuk menjembatani nilai kepentingan kedua pihak yaitu pelanggan dan perusahaan dalam pemenuhan nilai transaksinya, maka perlu dilakukan perhitungan pengiriman dengan tepat agar parcel yang dipesan tiba tepat waktu ketangan pelanggan sesuai jadwal yang di sepakati di awal pemesanan. Pada perusahaan XYZ yang merupakan sebuah usaha toko swalayan berlokasi di Yogyakarta, didukung oleh divisi penyediaan *parcel* (PC). Salah satu tugas divisi PC adalah menyediakan parcel sesuai permintaan pelanggan dan mengirimkannya ke pelanggan dengan beragam rute dan tujuannya. Sampai saat ini, proses penentuan rute pengiriman parcel masih dilakukan secara manual sehingga menyebabkan pengiriman parcel menjadi tidak optimal.

Peningkatan penjualan secara masif terjadi saat libur hari besar nasional seperti perayaan iedul fitri dan perayaan natal. Pihak PT XYZ seringkali mengalami kendala dalam pengaturan distribusi parcelnya, yaitu menentukan rute pengantaran parcel ke pelanggan agar semua pesanan bisa diantar sesuai kesepakatan dan tujuan yang diminta. Hal ini perlu dilakukan mengingat banyaknya pesanan parcel masuk dan seringkali minta di antar kepada kolega atau relasi si pemesan yang berada pada lokasi berbeda-beda. Hal inilah yang seringkali menjadi kendala mengingat keterbatasan jumlah tenaga kerja pengantaran dan moda tranportasinya, termasuk didalamnya adalah kendala rentang waktu pengiriman yang terbatas juga. Sehingga pengaturan pengiriman menjadi hal penting dan *urgent* untuk diselesaikan.

Dengan beragamnya rute dan jarak tempuh yang ada, penentuan rute selama ini dilakukan secara parsial dan tidak terstruktur. Upaya yang dilakukan oleh pihak pengelola dilakukan dengan *trial error* berdasarkan pengalaman saja, sehingga belum menjadi solusi dari penentuan pola pengiriman parcel ke tujuan. Hal ini menyebabkan biaya yang timbul dan waktu tempuh pengiriman menjadi tidak sesuai dengan perencanaan.

Untuk dapat menyelesaikan persoalan tersebut, perlu pendekatan dan teknik yang tepat, agar jalur pengiriman memberikan kontribusi pada keuntungan perusahaan. Pendekatan GA (*Genetic Algorithm*) dapat dijadikan solusi untuk membantu penyelesaian pengiriman parcel ke palanggan dengan bantuan aplikasi komputer.

2. METODE

Masalah pengiriman merupakan persoalan pengurutan sejumlah rute yang akan dilalui pada node yaitu bagaimana membuat jadwal pengiriman (*route*) dari semua pesanan customer dengan meminimasi atau maksimasi fungsi obyektif. Fungsi obyektif merupakan waktu pengiriman total, rata-rata waktu pengiriman, rata-rata waktu keterlambatan pengiriman parcel, atau lainnya.

2.1. Objek Kajian

Objek kajian yang akan dibahas merupakan wilayah yang berada di wilayah DIY dan sekitarnya dengan maksimal jarak tempuh dari pusat kota Yogyakarta adalah 100 km sehingga node yang terhubung dalam bentuk rute.

2.2. Asumsi

Pada persoalan penentuan rute perjalanan pengiriman parcel, hal mendasar yang harus dibangun adalah asumsi yang akan menjadi dasar dalam perhitungan diantaranya :

- 1) Antara pihak PT XYZ dan pemesan telah mempunyai kesepakatan harga dan titik lokasi pengiriman secara pasti.
- 2) Pendistribusian parcel ke tujuan adalah sebesar jumlah seluruh permintaan consumer pada hari yang sama jadwal pengiriman.
- 3) Moda transportasi yang digunakan maksimal adalah N kendaraan

2.3. Identifikasi Moda dan Muatan

Moda transportasi yang dipilih mengikuti pertimbangan sesuai dengan kondisi pengiriman dan ketersediaan moda. Sehingga muatan diperhitungkan sesuai dimensi dari moda transportasinya. Tabel 1 memberikan gambaran tentang jenis dan jumlah armada yang digunakan beserta kapasitas pengangkutan rata-rata.

Pendistribusian parcel ke konsumen tersebar hampir ke seluruh wilayah DIY dan Sebagian perbatasan dengan Jawa Tengah seperti Ngemplak, Sleman, Wates, Bantul, klaten dan lain sebagainya. Sedangkan untuk wilayah selain wilayah jangkauan pengiriman langsung akan dilakukan dengan jasa ekspedisi

Parcel memiliki ukuran yang beragam, tergantung dari kotak wadah yang diminta atau ukuran kardusnya. Pada dasarnya PT XYZ akan menyediakan parcel dengan ukuran berapapun selama masih dapat diangkut dalam armada yang ada.

Tabel 1. Data Jenis Kendaraan dan Kapasitas

| No | Kode | Type | Kap Maks (Unit) |
|----|------|---------------|-----------------|
| 1 | T1 | Pick Up Box | 76 |
| 2 | T2 | MPV Grand Max | 54 |
| 3 | T3 | Pick Up Box | 76 |
| 4 | T4 | Pick Up Jumbo | 83 |
| 5 | T5 | Cold Diesel | 54 |

Tabel 2. Ukuran Dimensi Kabin Armada

| Kode | Dimensi Kabin | | | Luas Kabin (m3) |
|------|---------------|--------------|--------------|-----------------|
| | <i>p</i> (m) | <i>l</i> (m) | <i>t</i> (m) | |
| T1 | 2,95 | 1,5 | 1,45 | 6,416 |
| T2 | 2,4 | 1,4 | 1,1 | 3,696 |
| T3 | 2,95 | 1,5 | 1,45 | 6,416 |
| T4 | 4,05 | 1,68 | 1,72 | 11,145 |

| | | | | |
|----|-----|-----|-----|-------|
| T5 | 2,4 | 1,4 | 1,1 | 3,696 |
|----|-----|-----|-----|-------|

Bahan kemasan parcel bisa berupa kayu, kardus, anyaman bamboo dan lain sebagainya. Tujuan pengemasan agar parcel selalu dalam keadaan baik dan bisa sampai tujuan juga dalam keadaan baik. Pada tabel 2 memberikan gambaran dimensi luas kabin pengiriman parcel.

2.4. Lokasi Pelanggan (Rute)

Data jarak diperlukan untuk pengolahan adalah jarak gudang dengan titik pengiriman. Estimasi jarak antara dua titik akan digunakan sebagai alur pengiriman sesuai *google map* agar sesuai dengan kondisi nyatanya.

Pada proses pengiriman diperlukan data input yaitu permintaan untuk setiap lokasi, jarak antar lokasi distribusi, dll. Sebagai contoh misalkan diketahui data permintaan (matrix MP) yang merupakan jumlah pengiriman pada suatu titik lokasi dan tabel jarak (matrix JR) yang menjelaskan jarak antar lokasi distribusi Tabel 3

$$\text{MatrixMP} = [3 \ 4 \ 6 \ 8 \ 4 \ 9 \ 6 \ 5 \ 4 \ 7 \ 3]$$

2.5. Model Jaringan

Untuk mempermudah dalam penyelesaian dikumpulkan jarak pengantaran dari gudang ke masing-masing lokasi sehingga akan terbentuk sebuah jaringan yang mewakili titik pengantaran.. Dengan ketentuan, bentuk rute yang terjadi, harus sesuai dengan asumsi dan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Sehingga akan menghasilkan matrix jarak pengantaran seperti pada Tabel 3

Tabel 3. Matrix Jarak antar pelanggan (KM)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|----|----|---|---|----|---|---|---|
| 1 | 0 | 11 | 6 | 5 | 8 | 3 | 5 | 2 |
| 2 | 7 | 0 | 5 | 4 | 13 | 4 | 3 | 4 |
| 3 | 9 | 4 | 0 | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| 4 | 11 | 8 | 9 | 0 | 4 | 3 | 2 | 5 |
| 5 | 3 | 2 | 3 | 7 | 0 | 6 | 1 | 6 |
| 6 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 0 | 4 | 3 |
| 7 | 1 | 2 | 2 | 3 | 5 | 4 | 0 | 2 |
| 8 | 3 | 2 | 5 | 4 | 7 | 2 | 3 | 0 |



Gambar. 1. Peta lokasi gudang dengan beberapa daerah tujuan pengantaran

Untuk bisa dieksekusi dengan menggunakan HA maka rute distribusi adalah kromosom atas pengantaran barang. Sedangkan gen merupakan node yang akan dikunjungi. Sehingga populasi yang terjadi sangat tergantung dari proses penentuan nilai fitnessnya.

2.6. Perumusan Fungsi Objektif dan Kendala

Salah point penting dalam penyelesaian dengan algoritma genetika adalah menentukan fungsi objektif dan kendala yang terjadi. Pada kasus penentuan rute pengiriman terdapat tiga hal yang akan menjadi fungsi tujuan yaitu 1) Meminimumkan jarak satu rute pada kromosom k , 2) memaksimalkan pengangkutan yang merupakan fungsi objektif dari total muatan-jarak pada kromosom k dan 3) minimasi biaya pengiriman

Fungsi objektif dan batasan dirumuskan berdasarkan permasalahan dan tujuan yang akan dicapai dari jarak, muatan dan biaya yang ditempuh pada rute o (*origin*) ke d (*destination*) pada kromosom k .

Notasi yang digunakan

- B_{od} = Biaya pengiriman parcel dari o ke d
- S_{od} = Harga jual parcel per pelanggan yang dikirim dari o ke d
- J_{od} = Jarak pengiriman dari o ke d
- M = Jumlah muatan pada Moda transportasi dari o ke d
- P = Parcel yang di pesan
- $P_{C_{od}}$ = Parcel yang dikirim dari o ke d
- Wk_d = Waktu kedatangan moda dilokasi d
- Wt = Waktu tempuh moda transportasi
- Wb_d = Waktu layanan saat menyerahkan parcel di lokasi d
- N = Banyak moda transportasi yang ada
- f_n = $\begin{cases} 1, & \text{Pelanggan menerima parcel} \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$

Fungsi Objective :

$$Z_1 \quad \text{Jarak}_{\min} = \sum_o \sum_d J_{od} \quad (1)$$

$$Z_2 \quad \text{Muatan}_{\max} = \sum_o \sum_d M_{od} \quad (2)$$

$$Z_1 \quad \text{Biaya}_{\min} = \sum_o \sum_d S_{od} - B_{od} \quad (3)$$

Subject to:

$$Pc_{od} = \sum_j^i p \cdot f_n \quad (4)$$

$$Wk_d \geq Wt_d + Wb_d \quad (5)$$

$$\sum_j^i y_{od} = 1 \quad (6)$$

$$\sum_j^i y_{od} \leq 1 \quad (7)$$

$$Wk_{od} + Wt_{od} + Wb_{od} \geq 0 \quad (8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menyelesaikan persoalan rute pengiriman parcel ke pelanggan menggunakan GA, terlebih dahulu menentukan nilai awal sebagai nilai inialisasi yang akan menjadi dasar dari penempatan awal populasi untuk di evaluasi dan akan menjadi nilai solusi pada tahap berikutnya. Nilai awal yang dihasilkan belum tentu menjadi nilai optimal, sehingga perlu dilakukan penentuan nilai optimalnya. Sehingga nilai optimal yang diperoleh dilanjutkan dengan penentuan nilai yang perlu di reproduksi pada nilai individunya.

Individu yang terpilih pada proses persilangan (*crossover*) dan proses mutasi (*mutation*) akan memberikan generasi baru sebagai keturunan yang akan menggantikan populasi nilai awal. Nilai awal akan menjadi titik pencarian awal pada rentang nilai solusi terbaik yang dihasilkan dari proses acak. *Chromosome* yang dihasilkan terdiri dari urutan yang bisa bernilai *binary* 0;1, atau nilai *integer*, nilai *floating point*, atau nilai huruf p,q,r,s atau bentuk matriks (Intan, 2010)

3.1. Pengkodean

Dalam pengkodean, solusi yang dihasilkan merupakan representasi kode yang mewakili *feasible solution* (Intan, 2010). Panjang bit dari variabel t diasumsikan sebagai p , sehingga ukuran kromosomnya adalah k dimana :

Bila panjang kode bit untuk variabel x adalah m , maka panjang kromosom (*chromosome size*) adalah m , dimana :

$$2^{n-1} < (b_t - a_t) \times 10^p \leq 2^n - 1 \quad (9)$$

dimana :

n = *chromosome size*

b_t = nilai tertinggi variabel t

a_t = nilai terendah variabel t

p = Nilai dibelakang koma (akurasi)

3.2. Evaluasi crossover

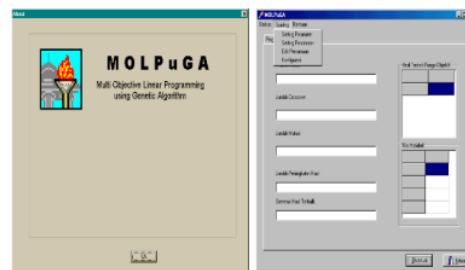
Sebuah kromosom dinyatakan dengan rangkaian *string biner* merupakan representasi dari sebuah kromosom yang berevolusi berulang kali (*iterative*) dan berkelanjutan untuk menjadi *generation*. Generasi yang dihasilkan pada proses *crossover* akan menghasilkan kromosom pada setiap generasinya. Sehingga perlu dilakukan evaluasi dengan cara menghitung *fitness value nya*. Nilai fitness tertinggi yang dihasilkan oleh kromosom dengan nilai *fitness (fitness value)* akan dijadikan *parents* pada proses *reproduction*. Proses evaluasi dilakukan dengan menggunakan operator tukar silang dan mutasi untuk mendapatkan kromosom baru sebagai *offspring*.

Generasi baru yang diperoleh akan membentuk *offspring* sebagai kromosom baru pada proses *crossover* dan *mutation* yang dihasilkan oleh *parent*. GA akan *convergen* pada nilai *chromosome* terbaik dan terpilih yang akan menjadi nilai solusi optimal.

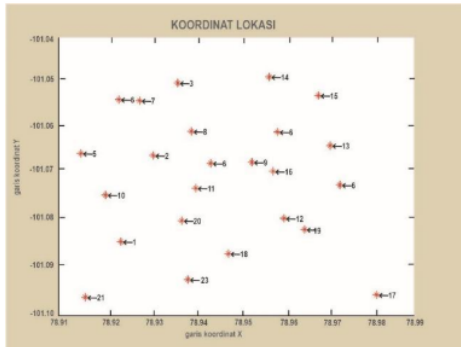
3.3. Pengujian Sistem

Terhadap fungsi objektif seperti pada persamaan 1,2 dan 3, maka dilakukan penentuan nilai rentang nilai objektif yang mungkin pada proses pencariannya. Pada proses GA selanjutnya dilakukan perubahan terhadap parameter nilai *crossover* dan *mutation* termasuk menentukan nilai *chromosome* pada setiap populasi.

Setelah diketahui nilai range yang akan digunakan dalam melakukan proses penyelesaian, maka akan dilakukan proses pengeksekusian kasus kedalam program MOLPuGA (*Multi Objective Linier Programming using Genetic Algorithm*) yang disusun dengan menggunakan program komputer. Seperti yang di tunjukkan dalam gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Program dan setting parameter



Gambar 3. Titik Koordinat dan representasi jarak

Eksekusi dilakukan untuk menentukan rute tercepat, waktu paling cepat dan biaya pengiriman yang minimal, sesuai keadaan dan kondisi rute yang ada. Koordinat awal pada hari pengujian, dapat ditunjukkan pada gambar 3. Penentuan titik pengantaran dilakukan dengan menentukan titik koordinat, jarak dan lokasi sesuai dengan tampilan dalam *google maps* sehingga diharapkan memiliki tingkat akurasi data yang baik. Pada kasus minimasi jarak direpresentasikan dengan graph diatas, dimana pada tiap ruas a_{od} sebagai representasi jarak pada pengiriman dari *origin* ke *destination*. ketika node o (*origin*) terhubung ke d (*destination*) pada ruas node dengan kondisi jarak minimalis. Jarak minimal merupakan total jarak od yang dilalui.

Fungsi objektif didapat melalui penerjemahan kromosom ke dalam rumusan dan fitness yaitu satu dibagi dengan nilai fungsi objektif ditambah satu.

Rute yang dibentuk oleh bilangan *biner* 1 pada node mewakili fungsi pada setiap ruas pengiriman. Namun tergantung pada fungsi tujuan yang hendak dicapai, apakah merupakan permasalahan maksimasi atau minimasi baik untuk jarak, biaya dan muatan. Perhitungan fungsi objektif pada kromosom 15 dengan mengacu persamaan (1), (2) dan (3) diperoleh hasil seperti yang disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Nilai Evaluasi Fungsi Objektif

| Chromosom | Node | | | | F _{obj} | Fk |
|-----------|----------|---|---|---|------------------|------|
| | <i>o</i> | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 | 0,11 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 16 | 0,10 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 16 | 0,10 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 11 | 0,13 |
| | | | | | Σ Fk | 0,44 |

Melalui perhitungan dengan GA didapatkan nilai obyektif yang terbaik adalah 76,4 km dan rute yang terpendek adalah rute dari spot 1-16-7-14-13-17-21-22-6-19-18-3-23-9-19-15-24-4-15-20-8-11-2-25-5-2 dengan waktu tenpuh 4 jam 51 menit dan biaya sebesar Rp. 213.000 dengan rute pengantaran pada hari pengujian. Hasil pengujian sistem secara manual juga menghasilkan nilai yang sama, namun memiliki waktu lebih lama.

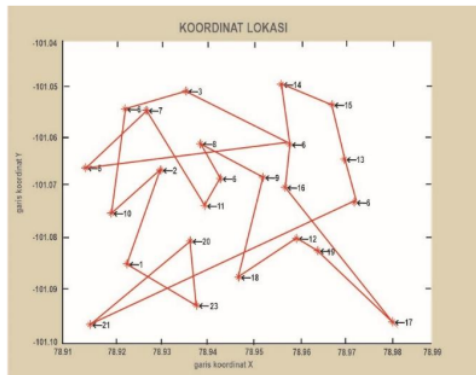
3.4. Analisis Perhitungan

Analisis perhitungan dilakukan terhadap sejumlah faktor yang memiliki keterkaitan ataupun pengaruh pada hasil perhitungan. Sedangkan tingkat efektivitas, dimaksudkan untuk melihat rasio rute yang ditelusuri dibandingkan dengan banyaknya kombinasi yang dihasilkan. Hasil pengamatan grafik perhitungan, diperlihatkan melalui analisis terhadap kecenderungan perilaku nilai maksimum fungsi terhadap nilai rata-ratanya.

Batasan disini dimaksudkan untuk menilai perimbangan daerah tujuan dalam pengantaran. Ini disebabkan terdapat beberapa ruas lintasan yang merupakan rute padat.

3.5. Tingkat Efektivitas Algoritma Genetika

Analisis tingkat efektivitas dilakukan dengan menghitung jumlah kromosom yang terevaluasi dibandingkan dengan total kombinasi yang mungkin terbentuk. Jumlah kromosom terevaluasi didapat bergantung dari hasil perhitungan program, sedangkan total kombinasi rute ditentukan menggunakan rumusan $2n - 1$.



Gambar 4. Hasil Pengolahan dengan GA

Tabel 5. Efektifitas Program GA

| No | Efektifitas program Indikator | Moda transportasi | | | | |
|----|----------------------------------|-------------------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Total Evaluasi Kromosom | 766 | 723 | 770 | 735 | 789 |
| 2 | Total penelusuran Kromosom | 1136 | 1355 | 1283 | 1163 | 1151 |
| 3 | Total Iterasi dalam Program | 2030 | 1770 | 2285 | 2146 | 2053 |
| 4 | Total Kombinasi pada node | 1055 | 1008 | 2126 | 2096 | 1192 |
| 5 | Efektifitas Program (%) | 72,6 | 71,7 | 36,2 | 35,0 | 66,1 |

Pada Tabel 5 dapat dihitung tingkat efektifitas pergerakan masing-masing moda angkutan yang dipakai. Hal ini menunjukkan bahwa dalam menelusuri rute yang memiliki nilai maksimum, metode algoritma genetika hanya mengevaluasi 35,5 persen dari keseluruhan kombinasi rute yang ada. Sehingga dapat dikatakan bahwa metode ini memiliki kapabilitas dan efektifitas yang baik dalam pengerjaannya

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan dapat disimpulkan bahwa GA memiliki kemampuan yang efektif pada pencarian rute terpendek, waktu minimum dengan biaya yang terendah sesuai rute. Dari analisis perhitungan bahwa perilaku algoritma genetika dalam mencari solusi ditentukan dengan meninjau parameter dan tujuannya. Perilaku lain yang perlu diperhatikan dalam penentuan nilai solusi GA adalah Batasan jarak, pergerakan satu arah, jumlah iterasi individu dan jumlah generasi, serta konvergensi nilai rata-rata hasil perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Berlianty, I. (2010), *Teknik-Teknik Optimasi Heuristik*, Graha Ilmu
- Cheng, R., Gen, M. (2006), "A tutorial survey of job-shop scheduling problems using genetic algorithm – I. Representation", *Computers and Industrial Engineering*, 30(4), pp. 983-997.
- Deb, K. (2011), "Multi-objective optimization using evolutionary algorithms", New York: John Wiley & Sons.
- Deb, K. and Gulati, S. (2010), "Design of truss-structures for minimum weight using genetic algorithms", *Finite Elements in Analysis and Design*, 37, pp. 447-465.
- Goldberg, D. E. (1989), "Genetic algorithms in search optimization & learning", Addison-Wesley.

- Jenkins, W. (2001), "Structural optimization with the genetic algorithm", *Structural engineering*, 69, pp. 418-422.
- Michalewicz, Z., Dasgupta, D., and Le Riche, R. G. (2010), "Schoenauer M. Evolutionary algorithms for constrained engineering problems", *Computers Industrial Engineering*, 30(4), pp. 851-870.
- Narayanan, S. (2008), "On improving multiobjective genetic algorithms for design optimization", *Structural Optimization*, 18(2-3), pp. 146-155.
- Osyczka, A. (2002), "Evolutionary algorithms for single and multicriteria Design optimization", Germany: Physica Verlag.
- Wu, S. J. and Chow, P. T. (2005), "Steady-state genetic algorithms for discrete optimization of trusses", *Computers & structures*, 56, pp. 979-991.
- Xie, Y. M. and Steven, G. P. (2003). "A simple evolutionary procedure for structural optimization", *Computers & structures*, 49, pp. 885-896.

Genetic Algorithm Approach to Logistics Transportation and Distribution Problems: A Case Study of Parcel Delivery Services

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | fedetd.mis.nsysu.edu.tw Internet Source | 2% |
| 2 | pt.scribd.com Internet Source | 1% |
| 3 | text-id.123dok.com Internet Source | 1% |
| 4 | core.ac.uk Internet Source | <1% |
| 5 | digilib.unimed.ac.id Internet Source | <1% |
| 6 | 123dok.com Internet Source | <1% |
| 7 | J ARORA. "References", Introduction to Optimum Design, 2004 Publication | <1% |

Exclude quotes

On

Exclude matches

Off

Exclude bibliography On