

Penerapan Multi Travelling Salesman Problem Pada Optimasi Pendistribusian Bantuan Sosial Beras Sejahtera Studi Kasus: Perum Bulog Subdivre Malang

Muhammad Nadzir¹, Imam Cholissodin², Bayu Rahayudi³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹nadzirmuhammad@student.ub.ac.id, ²imamcs@ub.ac.id, ³ubay1@ub.ac.id

Abstrak

Distribusi merupakan kegiatan ekonomi yang menjembatani kegiatan produksi dan konsumsi. Proses distribusi yaitu dengan menyalurkan barang dari produsen hingga sampai ke tangan konsumen. Program Bantuan Sosial Beras Sejahtera (Bansos Rastra) memiliki tujuan meningkatkan kualitas layanan masyarakat kurang mampu melalui pemenuhan kebutuhan pangan. Sistem distribusi Bansos Rastra mengirimkan barang ke setiap Titik Distribusi (TD) oleh Perum Bulog sesuai dengan data permintaan distribusi. Pada proses pendistribusian barang dibutuhkan perhitungan pada jarak rute sehingga dapat meminimalkan waktu tempuh perjalanan dengan permasalahan yang digunakan dalam mengolah data dokumen adalah Multi Travelling Salesman Problem (m-TSP) dengan Algoritme Genetika. Dari hasil evaluasi pengujian direkomendasikan rute distribusi pada tiap gudang dengan memenuhi batasan yang dibuat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, parameter-parameter optimal yang didapatkan yaitu ukuran jumlah generasi optimal sebanyak 300 generasi, ukuran jumlah populasi yang optimal yaitu 90 populasi. Nilai probabilitas crossover sebesar 0,1 dan probabilitas mutasi 0,9 sehingga mendapatkan rata-rata nilai fitness terbaik sebesar 2,583. Hasil evaluasi akhir menghasilkan kromosom terbaik dengan selisih jarak prediksi yang lebih efisien dibandingkan jarak aktual sehingga proses distribusi Bansos Rastra dapat lebih optimal.

Kata kunci: Distribusi, Bansos Rastra, Bulog, mTSP, Algoritme Genetika

Abstract

Distribution is an economic activity that bridges the production and consumption processes. The distribution process is distributing goods from producers to consumers. Bantuan Sosial Beras Sejahtera (Bansos Rastra) Program has a goal to improving the quality of service for the poor through fulfilling food needs. The distribution system of Bansos Rastra sending goods to each Distribution Point by Perum Bulog in accordance with the data distribution request. In the process of distributing goods, it is necessary to calculate the route distance in order to minimize travel time with the problems used in processing document data is Multi Traveling Salesman Problem (m-TSP) with Genetic Algorithm. From the evaluation results, the distribution routes for each warehouse are recommended by meeting the limits made. Based on the research carried out, the optimal parameters obtained were the size of the optimal number of generations of 300 generations, the optimal size of the population is 90 populations. The crossover probability value is 0.1 and the probability of mutation is 0.9 so that it gets the best average fitness value of 2.583. The final evaluation results produce the best chromosomes with a difference in the predicted distance that is more efficient than the actual distance so that the distribution process of Bansos Rastra can be more optimal.

Keywords: Distribution, Bansos Rastra, Bulog, Mtsp, Genetic Algorithms

1. PENDAHULUAN

Strategi distribusi yang efektif dan dapat bekerja secara optimal memiliki 3 (tiga) faktor penting. Faktor yang pertama adalah faktor wilayah, yang berarti bahwa diperlukannya

pengetahuan tentang wilayah area distribusi agar distributor dapat menggarap wilayah distribusi secara optimal. Faktor kedua adalah faktor persediaan, yang berarti bahwa diperlukan adanya pertimbangan dalam pengambilan keputusan mengenai berapa jumlah persediaan untuk setiap kali pengiriman. Faktor ketiga

adalah faktor transportasi, yang berarti bahwa diperlukannya proses yang mengatur perencanaan jadwal pengiriman (scheduling) (Eroy, 2010).

Pemerintah Indonesia telah melaksanakan penyaluran beras bersubsidi sejak 1998. Pemerintah mencanangkan program Operasi Pasar Khusus (OPK) bertujuan untuk mengatasi krisis ekonomi yang sedang terjadi. Program OPK atau program beras bersubsidi akhirnya diperluas dari segi fungsionalnya di bidang sosial untuk masyarakat berpendapatan rendah dalam upaya membantu meringankan pengeluaran serta upaya pemenuhan hak maka Program OPK mengeluarkan Program Raskin (Beras Miskin) yang berevolusi menjadi Rastra (Beras Sejahtera) dan saat ini disempurnakan menjadi Bansos Rastra (Bantuan Sosial Beras Sejahtera) (Bulog, 2018).

Rastra sebagai beras sejahtera ditransformasikan menjadi pola bantuan sosial yang berisikan kebutuhan pangan. 16 Maret 2016, Presiden RI menyampaikan Program Penanggulangan Kemiskinan dan Ketimpangan Ekonomi agar bantuan sosial dan subsidi dapat disalurkan dengan non tunai. Pada keluarga penerima manfaat (KPM), proses pendistribusian bantuan sosial secara non tunai memicu perilaku produktif bagi penerima bantuan. Dari sisi pemerintah, penggunaan sistem perbankan dalam upaya pendistribusian program bantuan sosial non tunai berfungsi sebagai upaya peningkatan dalam transparansi dan akuntabilitas program (Bulog, 2018).

Permasalahan optimasi kerap kali berkaitan dengan pencarian solusi pada suatu himpunan dengan menggunakan proses analisis dan kendala untuk mencapai tujuan optimasi. Pada pencarian solusi pendistribusian rute juga terkadang membutuhkan formulasi matematika untuk menemukan nilai solusi yang absolut. Algoritme genetika sebagai metode heuristik merupakan solusi optimal dalam pemecahan masalah untuk bidang optimasi. Dengan melakukan pencarian pada sejumlah titik optimal yang didasarkan pada fungsi probabilistik, algoritme genetika tidak banyak memerlukan konsep matematika sehingga dapat melakukan semua bentuk fungsi tujuan serta kendala (Gen & Cheng, 2000).

Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan jenis optimasi pada permasalahan kombinatorial dimana permasalahan ini melibatkan pencarian rute terbaik pada proses optimasinya. Misal yakni pada rute mana yang

memiliki jarak atau waktu paling murah dan jarak paling pendek untuk dilalui seorang salesman yang harus mengunjungi sejumlah daerah dengan suatu kondisi salesman akan mengunjungi tepat satu kali dan kembali ke tempat semula (Mahmudy, 2015). Pada proses optimasi pendistribusian Bansos Rastra memiliki beberapa pemilihan jalur yang akan diproses oleh lebih dari seorang salesman dimana dengan menggunakan lebih dari satu salesman merupakan strategi untuk mempercepat proses pendistribusian Bansos Rastra menuju Titik Distribusi. Dalam hal ini permasalahan yang digunakan yaitu multi-Travelling Salesman Problem (m-TSP) (Widodo & Mahmudy, 2010).

2. METODE USULAN

2.1 Pelaksanaan Distribusi Bansos Rastra

Distribusi secara arti yaitu proses yang menyalurkan barang dari produsen hingga sampai ke tangan konsumen. Distribusi mempunyai peranan penting bagi konsumen untuk mendapatkan produk yang dihasilkan bagi pihak produsen.

Program Bansos Rastra memiliki tujuan meningkatkan kualitas layanan masyarakat miskin melalui pemenuhan kebutuhan pangan pokok serta bertujuan untuk mengurangi beban pengeluaran. Sedangkan bantuan pangan berbentuk non tunai disebut juga Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) digunakan oleh keluarga penerima manfaat (KPM) untuk memperoleh bahan pangan berupa beras dan/atau telur, yang disesuaikan dengan jumlah dan kualitas pada waktu dan tempat yang telah ditentukan (Reduction, 2018).

Sistem distribusi pada pelaksanaan Bansos Rastra yaitu:

1. Kementerian Sosial menugaskan pada Perum BULOG dalam upaya proses distribusi Bansos Rastra.
2. Perum Bulog melakukan persediaan akomodasi seperti kendaraan berkapasitas yang dibutuhkan untuk melakukan proses distribusi.
3. Koordinasi Perum Bulog dengan Pemerintah Daerah
4. Proses distribusi yang dimulai dari gudang Bulog yang sudah berisi muatan beras sesuai permintaan.
5. Penyaluran BANSOS RASTRA ke Titik Distribusi oleh Perum Bulog.
6. Setelah proses distribusii dilakukan,

kendaraan kembali dan berakhir pada tempat semula yaitu gudang Bulog.

2.2 Proses Optimasi

Optimasi merupakan set atau kumpulan formula biasanya dalam matematis dan metode numerik dalam upaya memperoleh dan menemukan kandidat terbaik dari kumpulan alternatif yang memungkinkan tanpa harus menghitung dan mengevaluasi secara eksplisit (Santosa & Willy, 2011).

Optimisasi hampir dipakai pada semua bidang ilmu diantaranya bidang yang mempunyai keterkaitan dengan ilmu matematis. Optimasi digunakan pada permasalahan tersebut untuk menyelesaikan proses minimalisasi biaya, waktu, dan resiko serta memaksimalkan dari segi kualitas dan keuntungan.

2.3 Algoritme Genetika dan Multi Travelling Salesman Problem (m-TSP)

Algoritme genetika merupakan algoritme dengan mengadaptasi istilah dalam proses genetika yang berada dalam populasi makhluk hidup. Teori genetika yang dikemukakan oleh Charles Darwin menjelaskan bahwa pada proses genetika alami, setiap individu harus melakukan adaptasi terhadap lingkungan disekitarnya (Setiawan, 2003).

Algoritme genetika merupakan upaya dalam menemukan solusi yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah pencarian nilai dalam optimasi (Gen & Cheng, 2000). Konsep pencarian pada algoritme genetika didasarkan pada mekanisme biologis dalam berbagai macam evolusi berupa variasi kromosom pada setiap individu organisme. Variasi kromosom mempengaruhi sistem reproduksi dan tingkat kemampuan hidup organisme sebagai generasi penerus terbaik (Kusumadewi, 2003).

Algoritme genetika memiliki 5 komponen penting, diantaranya (Zbigniew, 1999):

1. Representasi genetika menjadi solusi dari permasalahan yang dihadapi.
2. Pembangkitkan populasi awal.
3. Evaluasi solusi menggunakan fungsi nilai *fitness* pada tiap individunya.
4. Penggunaan operator genetika *crossover* dan *mutation* yang nantinya menghasilkan keturunan (*offspring*).
5. Nilai parameter mencakup pada ukuran populasi (*popSize*) dan nilai probabilitas yang digunakan pada kombinasi *Crossover rate* dan *Mutation rate*.

Permasalahan *m-TSP* merupakan perluasan

dari permasalahan *Travelling Salesman Problem (TSP)*. Perbedaan dari *m-TSP* dan *TSP* terletak pada jumlah *salesman* yang melakukan kunjungan. Pada *m-TSP* dapat menggunakan lebih dari satu *salesman* dalam proses penyelesaian masalah. Permasalahan *m-TSP* dapat dijadikan acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan pencarian rute terpendek maupun permasalahan optimasi (Saptaningtyas, 2012).

3. DATA YANG DIGUNAKAN

Pengumpulan data adalah teknik ataupun cara yang digunakan dalam proses pengumpulan data dan dalam penelitian ini data yang diperoleh berupa data primer. Data primer yang dimaksud yakni data diperoleh langsung dari perum Bulog Sub Divre Malang dengan mengumpulkan data berupa biodata persona beserta data spesifikasi untuk dijadikan data dalam proses optimasi.

Data yang didapat berupa pelaksanaan proses distribusi yang dijadwalkan melakukan proses distribusi dalam 4 kali untuk kurun waktu satu minggu. Pelaksanaan distribusi program Bansos Rastra berlangsung dari pukul 08.00-16.00 WIB. Proses distribusi meliputi angkutan truk yang membawa beras dari gudang menuju Titik Distribusi untuk selanjutnya disalurkan kepada masyarakat penerima program Bansos Rastra. Data inilah yang nantinya digunakan sebagai proses penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan. Pada pengumpulan data jarak untuk Gudang ke Titik Distribusi menggunakan peta Kota Malang dan sekitarnya dengan perhitungan jarak yang diperoleh dari aplikasi Google Maps yang telah diunduh sehingga tidak melibatkan kondisi lalu lintas yang terjadi. Diharapkan dengan menggunakan layanan Google Maps ini dapat memperoleh data yang akurat dan jelas.

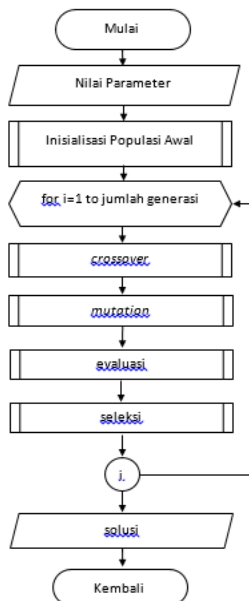
Aplikasi Google maps merupakan aplikasi yang berfokus pada layanan peta digital dimana Google maps dapat menampilkan gambaran suatu daerah atau denah yang sesuai dengan skala peta tertentu. Data yang diperoleh selanjutnya diolah sehingga dapat melakukan proses penerapan Multi Travelling Salesman Problem.

4. METODOLOGI DAN IMPLEMENTASI

Data yang diperoleh merupakan data primer dimana data didapatkan langsung dari Perum Bulog pada Bulan Januari-Maret 2018.

Data yang didapat berupa pelaksanaan proses distribusi yang dijadwalkan melakukan proses distribusi 4 kali dalam seminggu. Pelaksanaan distribusi program Bansos Rastra berlangsung dari pukul 08.00-16.00 WIB. Proses distribusi meliputi angkutan truk yang membawa beras dari gudang menuju Titik Distribusi untuk selanjutnya disalurkan kepada masyarakat penerima program BANSOS RASTRA. Data inilah yang nantinya digunakan sebagai proses penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan. Pada pengumpulan data jarak untuk Gudang ke Titik Distribusi diperlukan peta Kota Malang dan sekitarnya menggunakan jarak yang diperoleh dari aplikasi *Google Maps* sehingga diharapkan dapat memperoleh data yang akurat dan jelas.

Gambar 1 merupakan alur penyelesaian pada metode algoritme genetika dimana pada prosesnya melibatkan inisialisasi parameter, pembangkitan untuk populasi awal, membentuk populasi baru dengan proses reproduksi, lalu mengevaluasi melalui nilai *fitness* yang dihasilkan.



Gambar 1. Proses Algoritme Genetika

Gambar 1 merupakan Alur siklus penyelesaian algoritme genetika diantaranya:

1. Inisialisasi parameter berupa:
 - 1) Jumlah populasi (*popsize*) dimana jumlah banyak populasi yang akan digunakan.
 - 2) *Crossover rate* (*Cr*) digunakan untuk menentukan banyaknya keturunan (*offspring*) yang dihasilkan. Berupa bilangan acak kombinasi dari 0 hingga 1.

- 3) *Mutation rate* (*Mr*) untuk menentukan banyaknya keturunan (*offspring*) yang dihasilkan. Berupa bilangan acak kombinasi dari 0 hingga 1
 - 4) Jumlah generasi yang merupakan total generasi yang dibuat dalam proses penyelesaian.
2. Inisialisasi pada populasi awal yakni membangkitkan nilai populasi awal dengan menentukan jumlah ukuran populasi (*popsize*) sebelumnya.
 3. Membentuk populasi baru dari proses reproduksi. Tahapan pembentukan populasi meliputi:
 - 1) Persilangan (*crossover*) menggunakan metode *one-cut-point crossover*.
 - 2) Mutasi (*mutation*) dengan *reciprocal exchange mutation*.
 4. Evaluasi dengan menghitung nilai *fitness* pada tiap kromosom dan proses seleksi menggunakan *elitism* dalam upaya pemilihan individu terbaik dan selanjutnya mengurutkan nilai *fitness* tertinggi ke terendah sehingga didapatkan individu dengan jumlah nilai *fitness* tertinggi.

Jika pada kondisi akhir telah memenuhi kriteria, pemilihan kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi yang menjadi solusi terbaik.

4.1. Inisialisasi Kromsom

Representasi kromosom *m-TSP* pada penelitian ini sebanyak 12 dengan menggunakan nilai gen jarak tiap lokasi titik distribusinya. Panjang node ditentukan pada jumlah lokasi pendistribusian beras, dimana perhitungan manualisasi ini menggunakan 3 *salesman*. Tabel 1 merupakan proses pembangkitan pada populasi awal.

Tabel 1. Populasi Awal

Individu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	4	4	4
P2	3	5	8	1	2	4	11	10	7	9	12	6	4	4	4
P3	12	7	9	5	10	2	1	4	3	6	8	11	4	4	4

Segmen 1

Segmen 2

Segmen 1 pada Tabel 1 menunjukkan banyaknya titik lokasi yang dilalui untuk proses pendistribusian beras dan segmen 2 menunjukkan maksimal titik yang ditempuh oleh tiap *salesman*, dimana keberangkatan setiap *salesman* dimulai dari gudang dan kembali ke gudang semula. Terdapat pewarnaan pada nomor tabel yang merupakan perwakilan pada tiap *salesman* pada segmen 1 dan segmen 2 yang

masing masing dilalui oleh 3 *salesman*.

4.2. Crossover

Pada proses persilangan (*Crossover*) digunakan metode *one-cut-point crossover* dengan memilih dua induk secara acak, selanjutnya dilakukan penentuan titik gen yang akan dijadikan titik potong pada kromosom. Proses *crossover* dilakukan dengan memadukan panjang gen induk pertama bagian kiri dengan panjang gen induk kedua bagian kanan.

Proses *crossover* tersebut menghasilkan individu baru atau *child*. Penggunaan *crossover rate* sebesar 0,7 dan banyaknya populasi (*popsize*) yaitu 3, maka akan dihasilkan sekitar 2 *offspring* pada proses *crossover* karena $popsize = 0,7 * 3 = 2,1 = 2$. Individu baru atau *child* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Proses *Crossover*

Parent 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Parent 2	3	5	8	1	2	4	11	10	7	9	12	6
Parent 3	12	7	9	5	10	2	1	4	3	6	8	11
Child 1	1	2	3	4	5	6	12	9	7	11	8	10
Child 2	3	5	8	1	2	11	7	12	4	10	9	6

4.3. Mutation

Mutasi merupakan proses reproduksi setelah persilangan (*Crossover*). Mutasi yang diterapkan pada penelitian ini adalah *reciprocal exchange mutation* dimana melakukan pemilihan pada dua titik gen secara acak diantara titik pertama dan titik kedua, lalu pada kedua titik gen tersebut ditukarkan posisinya.

Penggunaan *mutation rate* yaitu 0,3 dan *popsize* sebesar 3, maka terjadi 1 kali proses *mutation* dengan perhitungan = $0,3 * 3 = 0,9 = 1$. Contoh proses mutasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Proses *Mutation*

Parent 2	3	5	8	1	2	4	11	10	7	9	12	6
Child 3	3	5	8	9	2	4	11	10	7	1	12	6

4.4. Evaluasi

Evaluasi digunakan untuk melakukan perhitungan pada nilai *fitness* dari tiap individu pada satu populasi. Dalam perhitungan nilai *fitness* terdapat perhitungan dari nilai konstanta yang dibagi dengan total jarak (km). Setelah didapatkan hasil perhitungan dari total jarak maka dapat dilakukan perhitungan *fitness* dengan menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$fitness = \frac{C}{Total\ Jarak} \tag{1}$$

Keterangan:

Constants = Bernilai 100 yang bertujuan memiliki kemungkinan nilai *fitness* dengan

kisaran 0,001 – 0,1 sehingga tidak memiliki nilai yang terlalu rendah (Aditya & Mahmudy, 2016). Total Jarak (km) = Jarak tempuh yang dihasilkan pada satu perjalanan.

Proses evaluasi akhir juga melakukan perhitungan akurasi dengan membandingkan jarak data aktual dengan jarak data prediksi pada sistem. Perhitungan selisih absolut data jarak tersebut dapat dilihat pada persamaan 2.

$$Selisih\ Jarak = Jarak\ Aktual - Jarak\ Prediksi\ Program \tag{2}$$

Keterangan:

Selisih jarak (km) = Mencari nilai perbandingan dengan mengurangi nilai dari data aktual dengan data prediksi yang bersifat absolut.

Jarak Aktual (km) = Data yang diperoleh dari data ril yang memuat jumlah jarak dari gudang menuju titik distribusi.

Jarak Prediksi Program (km) = Data hasil program yang memuat perhitungan jumlah jarak dari gudang menuju titik distribusi.

Parameter yang digunakan yakni total jarak, dimana perhitungan total jarak dimulai dari Gudang menuju Titik Distribusi. Dalam perhitungan manualisasi menggunakan 3 *salesman* untuk melakukan proses pendistribusian beras. Pada Tabel 4 dapat dilihat evaluasi dari metode algoritme genetika dengan hasil nilai *fitness* pada setiap individu.

Tabel 4. Evaluasi

Individu	Kromosom	Segmen	Total Jarak	Fitness
P1	[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12]	[4 4 4]	346,4	0.288
P2	[3 5 8 1 2 4 11 10 7 9 12 6]	[4 4 4]	448,3	0.223
P3	[12 7 9 5 10 2 1 4 3 6 8 11]	[4 4 4]	424,5	0.235
C1	[1 2 3 11 5 6 12 9 7 4 8 10]	[4 4 4]	350,7	0.285
C2	[3 5 8 1 2 11 7 12 4 10 9 6]	[4 4 4]	417,4	0.239
C3	[3 5 8 9 2 4 11 10 7 1 12 6]	[4 4 4]	365,3	0.273

4.5. Seleksi

Seleksi dilakukan untuk memilih individu yang dapat diterima untuk ke generasi selanjutnya. Penggunaan metode *elitism selection* yakni dengan melakukan pengurutan individu dengan nilai *fitness* dari nilai tertinggi ke terendah sebanyak jumlah populasi (*popsize*) yang sebelumnya telah ditetapkan. Proses seleksi yaitu:

1. Pengumpulan pada individu *parent* dan *child* serta melakukan pengurutan pada nilai *fitness* tertinggi ke terendah. Pada Tabel 5 dilakukan proses seleksi untuk pengurutan nilai *Fitness* tertinggi ke terendah.

Tabel 5. Proses Seleksi

Individu	Kromosom	Segmen	Fitness
P1	[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12]	[4 4 4]	0,288
C1	[1 2 3 11 5 6 12 9 7 4 8 10]	[4 4 4]	0,285
C3	[3 5 8 9 2 4 11 10 7 1 12 6]	[4 4 4]	0,273
C2	[3 5 8 1 2 11 7 12 4 10 9 6]	[4 4 4]	0,239
P3	[12 7 9 5 10 2 1 4 3 6 8 11]	[4 4 4]	0,235
P2	[3 5 8 1 2 4 11 10 7 9 12 6]	[4 4 4]	0,223

2. Melakukan pemilihan individu terbaik dengan elitism selection dan melakukan pengurutan pada nilai fitness dan individu terpilih ditetapkan sebagai populasi baru untuk generasi selanjutnya.

Individu terbaik ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Individu Terbaik

P1	3	5	8	9	2	4	11	10	7	1	12	6
----	---	---	---	---	---	---	----	----	---	---	----	---

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

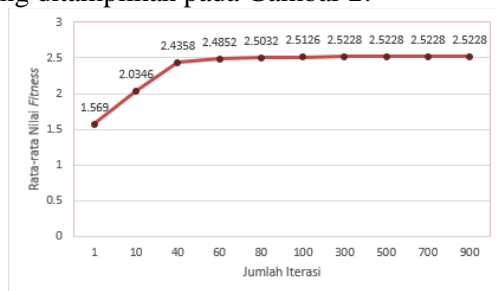
5.1. Pengujian konvergensi

Pengujian konvergensi dilakukan untuk mendapatkan nilai *fitness* terbaik yang didapatkan setelah dilakukan proses pencarian nilai yang ideal dengan besar iterasi maksimum. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan jumlah generasi yang dimulai dari 1 hingga 900 generasi. Adapun parameter yang diujikan yakni 10 populasi dengan nilai *cr* 0.3 dan nilai *mr* 0.5. Pengujian konvergensi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 7. Hasil Pengujian Konvergensi

Generasi	Nilai Fitness					Rata-rata Nilai Fitness
	Pengujian					
	1	2	3	4	5	
1	1.509	1.778	1.497	1.432	1.628	1.569
10	2.234	2.062	2.038	1.865	1.974	2.0346
40	2.458	2.462	2.442	2.422	2.395	2.4358
60	2.489	2.502	2.488	2.478	2.469	2.4852
80	2.523	2.525	2.498	2.500	2.470	2.5032
100	2.551	2.525	2.507	2.500	2.480	2.5126
300	2.563	2.528	2.507	2.500	2.516	2.5228
500	2.563	2.528	2.507	2.500	2.516	2.5228
700	2.563	2.528	2.507	2.500	2.516	2.5228
900	2.563	2.528	2.507	2.500	2.516	2.5228

Berikut merupakan hasil grafik dari rata-rata nilai *fitness* pada pengujian konvergensi yang ditampilkan pada Gambar 2:



Gambar 2. Hasil Pengujian Konvergensi

Pada rata-rata nilai *fitness* menyatakan tidak mengalami perbedaan secara signifikan mulai

generasi ke-60 sehingga pengujian dapat dikatakan konvergen. Perolehan nilai *fitness* terbaik terjadi pada generasi ke 300 dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 2.5228.

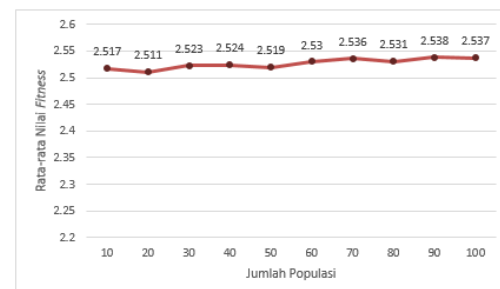
5.2. Pengujian Jumlah Populasi

Pengujian untuk menentukan jumlah populasi optimal dalam penerapan algoritme genetika untuk optimasi distribusi Bansos Rastra. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengujian dengan mengambil generasi terbaik pada pengujian konvergensi yaitu pada iterasi ke-300. Nilai kombinasi *Cr* dan *Mr* 0.3;0.5. Ukuran populasi yang diujikan kelipatan 10, yaitu mulai 10 hingga populasi ke-100. Pengujian dengan parameter jumlah populasi menggunakan metode *elitism* sehingga memperoleh nilai rata-rata *fitness* agar mengetahui solusi terbaik dan ukuran populasi yang optimal. Pengujian ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Hasil Jumlah Populasi

Popsize	Nilai Fitness										Rata-rata nilai Fitness
	Pengujian ke										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	2.524	2.523	2.532	2.524	2.553	2.494	2.467	2.515	2.532	2.501	2.517
20	2.544	2.505	2.490	2.493	2.521	2.503	2.560	2.468	2.535	2.487	2.511
30	2.480	2.488	2.514	2.545	2.514	2.543	2.557	2.558	2.523	2.504	2.523
40	2.537	2.572	2.508	2.514	2.470	2.517	2.517	2.548	2.514	2.544	2.524
50	2.554	2.501	2.514	2.425	2.517	2.500	2.501	2.552	2.535	2.563	2.519
60	2.561	2.549	2.529	2.484	2.523	2.535	2.532	2.546	2.537	2.503	2.530
70	2.565	2.545	2.513	2.527	2.533	2.550	2.544	2.546	2.529	2.512	2.536
80	2.602	2.543	2.504	2.554	2.484	2.512	2.514	2.520	2.547	2.529	2.531
90	2.479	2.539	2.516	2.534	2.560	2.570	2.514	2.559	2.548	2.559	2.538
100	2.563	2.540	2.558	2.530	2.504	2.514	2.505	2.571	2.549	2.538	2.537

Berikut merupakan hasil grafik dari rata-rata nilai *fitness* pada pengujian jumlah populasi yang ditampilkan pada Gambar 3:



Gambar 3. Hasil Pengujian Populasi

Grafik hasil pengujian untuk jumlah populasi pada 10 kali percobaan. Setiap percobaan, nilai *fitness* tidak mengalami nilai yang naik turun dalam arti nilai *fitness* pada uji coba jumlah populasi ini konvergen. Dari hasil grafik permasalahan pada Gambar 10 menunjukkan bahwa jumlah populasi optimal ditunjukkan pada populasi ke 90.

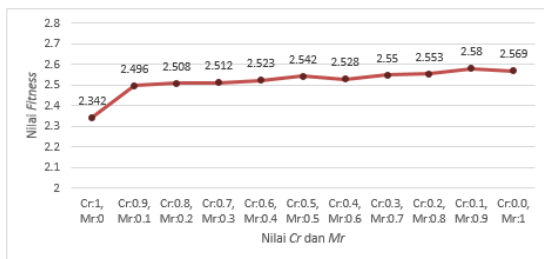
5.3. Pengujian Kombinasi Cr dan Mr

Pengujian kombinasi nilai *mutation rate* dan *crossover rate* untuk penyelesaian permasalahan *m-TSP* pada optimasi distribusi Bansos Rastra. Jumlah Pengujian yakni 10 kali pengujian untuk nilai generasi 300 dan ukuran populasi terbaik pada populasi 90. Pengujian menerapkan metode *elitism* dimana akan mendapatkan nilai rata-rata *fitness* untuk mengetahui nilai optimal dari tiap kombinasi. Tabel 9 merupakan hasil pengujian dari kombinasi nilai *Cr* dan *Mr*.

Tabel 9. Hasil Uji Coba Kombinasi *Cr* dan *Mr*

Cr; Mr	Nilai Fitness										Rata-rata nilai Fitness
	Pengujian ke-										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1,0;0,0	2.344	2.321	2.349	2.321	2.380	2.334	2.313	2.404	2.285	2.372	2.342
0,9;0,1	2.460	2.500	2.479	2.493	2.488	2.506	2.502	2.495	2.539	2.499	2.496
0,8;0,2	2.503	2.540	2.527	2.530	2.517	2.454	2.535	2.466	2.469	2.543	2.508
0,7;0,3	2.484	2.480	2.488	2.505	2.521	2.542	2.505	2.529	2.543	2.522	2.512
0,6;0,4	2.589	2.547	2.494	2.520	2.479	2.533	2.508	2.529	2.534	2.497	2.523
0,5;0,5	2.530	2.514	2.539	2.536	2.492	2.573	2.562	2.549	2.602	2.526	2.542
0,4;0,6	2.513	2.575	2.517	2.523	2.522	2.523	2.504	2.526	2.541	2.533	2.528
0,3;0,7	2.491	2.522	2.576	2.560	2.576	2.572	2.587	2.517	2.535	2.563	2.550
0,2;0,8	2.517	2.559	2.531	2.546	2.560	2.516	2.550	2.549	2.602	2.602	2.553
0,1;0,9	2.575	2.589	2.570	2.589	2.556	2.589	2.589	2.575	2.581	2.589	2.580
0,0;1,0	2.564	2.574	2.592	2.571	2.573	2.540	2.571	2.575	2.558	2.569	2.569

Berikut merupakan hasil grafik dari rata-rata nilai *fitness* pada pengujian kombinasi *Cr* dan *Mr* yang ditampilkan pada Gambar 4:



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Kombinasi *Cr* dan *Mr*

Grafik hasil pengujian kombinasi nilai *Crossover rate* dan *Mutation rate* dalam 10 kali pengujian. Terjadi kenaikan pada nilai *fitness* dari kombinasi nilai *Cr;Mr* 1;0.9 ke kombinasi nilai *Cr;Mr* 0.9;0.1. Sementara itu kombinasi selanjutnya tidak terjadi perubahan nilai *fitness* secara signifikan. Tidak ada ketetapan nilai *Cr* maupun *Mr* yang digunakan untuk mendapatkan solusi optimal. Solusi optimal diperoleh pada kombinasi nilai *Crossover rate* 0.1 dan *Mutation rate* 0.9 dengan nilai rata-rata *fitness* 2.580.

5.4. Pengujian Akhir (Pengujian Validasi)

Perancangan pengujian akhir atau pengujian validasi dilakukan untuk mendapatkan nilai optimal dari individu terbaik.

Perancangan pengujian dilakukan dengan mengambil individu terbaik dari nilai *fitness* dari pengujian parameter yang telah diujikan sebelumnya. Pengujian dilakukan menggunakan nilai generasi terbaik pada generasi ke-300, nilai populasi ke-90 serta kombinasi nilai *Cr;Mr* sebesar 0.1;0.9. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pengujian agar memperoleh solusi optimal. Tabel 10 merupakan pengujian akhir atau validasi.

Tabel 10. Hasil Pengujian Akhir atau Validasi

Individu Terbaik	Pengujian					Rata-rata Nilai Fitness
	1	2	3	4	5	
1	2.602	2.589	2.589	2.561	2.572	2.583

Hasil pengujian akhir atau validasi dapat dilihat nilai *fitness* pada tiap pengujian tidak memiliki nilai yang terlalu jauh sehingga diperoleh nilai rata-rata *fitness* sebesar 2.583.

4.5. Hasil Evaluasi Akhir Sistem

Evaluasi sistem melakukan perbandingan antara data aktual dengan data prediksi pada program. Evaluasi ini dilakukan agar hasil prediksi pada program dapat memberikan nilai yang optimal. Pada evaluasi ini dilakukan selisih absolut yang mana selisih tersebut membandingkan antara nilai data jarak aktual dengan data jarak pada program. Dalam hal ini rute awal yang terdapat pada data aktual dibandingkan dengan rute rekomendasi dari program. Perhitungan selisih absolut pada data jarak rute tiap gudang dapat dihitung dengan persamaan 2.

Tabel 11. Hasil Evaluasi Akhir

No	Gudang	Jarak Aktual	Jarak Program	Selisih
1	GBB Gadang	437.1	153.7	283.4
2	GBB Kebonagung	456.7	160.8	295.9
3	GBB Gadingrejo	171.4	164.9	6.5
4	GBB Kejapanan	180.8	160.1	20.7

Dari perhitungan evaluasi selisih pada Tabel 11 dinyatakan bahwa perhitungan jarak rute pada program memiliki nilai yang lebih optimal sehingga proses penyaluran dapat lebih efisien.

Trayek angkutan terbaik gudang GBB Gadang: KP GBB Gadang → Tambaksari → Sempalwadak → Jambearjo → Tajinan → Kasembon → Bululawang → Krebet → Banjarejo → Tempursari → Donomulyo → Tlogosari → Jatisari → KP GBB Gadang
Trayek angkutan terbaik gudang GBB Kebonagung:

KP GBB Kebonagung → Wajak → Jatiguwi → Sumberpucung → Blayu → Ngebruk → Karangates → Tumpakrejo → Gedangan → Patokpemis → Sumberejo → Kidangbang → Segaran → KP GBB Kebonagung

Trayek angkutan terbaik gudang GBB Gadingrejo:

KP GBB Gadingrejo → Losari → Candirenggo → Watugede → Gunungrejo → Singosari → Tunjungtirto → Tamanharjo → Langlang → Baturetno → Randuagung → Banjararum → Dengkol → KP GBB Gadingrejo

Trayek angkutan terbaik gudang GBB Kejapanan:

KP GBB Kejapanan → Sidoluhur → Ketindan → Bedali → Wonorejo → Srigading → Sumberngepoh → Sidodadi → Sumberporong → Kalirejo → Lawang → Mulyoarjo → Turirejo → KP GBB Kejapanan

6. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Dalam penerapan metode *Multi Travelling Salesman Problem (m-TSP)* Pada Optimasi Pendistribusian Bantuan Sosial Beras Sejahtera (Bansos Rastra) Studi Kasus: Perum Bulog, hasil pengujian nilai-nilai parameter algoritme genetika, yakni Ukuran Populasi (*popSize*), Persilangan (*Crossover*), Mutasi (*Mutation*), Seleksi menggunakan *Elitism*, dan Evaluasi memberikan pengaruh yang signifikan, terlihat dari nilai *fitness* yang semakin baik. Dari penggunaan parameter diatas juga menghasilkan data jarak prediksi program yang lebih optimal dibandingkan jarak pada data aktual sebelumnya. Pada parameter ukuran populasi didapatkan populasi terbaik di populasi ke-90. Generasi terbaik yang didapatkan yaitu pada generasi ke-300, serta kombinasi terbaik dari nilai *Crossover rate (Cr)* dan *Mutation rate (Mr)* yaitu 0.1 dan 0.9.
2. Pada penelitian ini menghasilkan hasil evaluasi sebagai berikut: penggunaan parameter terbaik yakni nilai parameter populasi ke-90, nilai generasi ke-300, dan kombinasi nilai *Crossover rate (Cr)* dan *Mutation rate (Mr)* yaitu 0.1 dan 0.9 menghasilkan nilai rata-rata *fitness* sebesar 2.583. Dengan hasil berikut dapat disimpulkan bahwa penggunaan nilai parameter yang tepat dapat meningkatkan performa pada sistem. Disamping itu nilai

selisih yang didapatkan pada data prediksi program lebih efisien jika dibandingkan dengan data aktual sehingga proses penyaluran dapat dikatakan lebih efisien.

5.2. Saran

Penelitian ini telah didapatkan kesimpulan sehingga ada saran yang dapat diberikan untuk kelanjutan pada penelitian penerapan metode *Multi Travelling Salesman Problem (m-TSP)* Pada Optimasi Pendistribusian Bantuan Sosial Beras Sejahtera (BANSOS RASTRA) Studi Kasus: Perum Bulog, saran yang dapat diberikan pada poin-poin dibawah ini:

1. Pada penelitian yang telah dilakukan, metode *Multi Travelling Salesman Problem (m-TSP)* dapat digunakan untuk pencarian rute terbaik. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan metode seputar pencarian rute terbaik atau optimasi agar data yang dihasilkan dapat lebih optimal.
2. Penelitian ini menggunakan parameter algoritme genetika yang terdiri dari Ukuran Populasi (*popSize*), Persilangan (*Crossover*) menggunakan *one-cut-point*, Mutasi (*Mutation*) menggunakan *Reciprocal Exchange*, Seleksi menggunakan *elitism*, dan Evaluasi. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode yang berbeda dari penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih bervariasi dan meningkatkan performa yang dihasilkan.

7. DAFTAR REFERENSI

- Aditya, C. & Mahmudy, W. F., 2016. Optimasi Persediaan Baju Menggunakan Algoritma Genetika. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa Informasi Tahun 2016*, p. 78.
- Bulog, 2018. *Sekilas Perum Bulog*. [Online] Available at: <http://www.bulog.co.id/sekilas.php> [Accessed 25 September 2018].
- Eroy, A. R., 2010. *Slideshare*. [Online] Available at: <https://www.slideshare.net/aryarifqu/strategi-distribusi-pemasaran> [Accessed 30 Juli 2018].
- Gen, M. & Cheng, R., 2000. *Genetic Algorithms And Engineering Design*. New York: Willy

- & Sons, Inc..
- Karimah, S., Widodo, A. W. & Cholissodin, I., 2017. Optimasi Multiple Travelling Salesman Problem Pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritme Genetika (Studi Kasus: UD. Tosa Malang). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Volume I, pp. 849-858.
- Kusumadewi, S., 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mahmudy, W. F., 2015. *Dasar-Dasar Algoritma Evolusi*, Malang: Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
- Reduction, T. N. T. F. T. A. o. P., 2018. *Materi Sosialiasi Bantuan Sosial Beras Sejahtera (BANSOS RASTRA)*, s.l.: The National Team For The Acceleration of Poverty Reduction.
- Santosa, B. & Willy, P., 2011. Metoda Metaheuristik: Konsep dan Implementasi. In: *Metoda Metaheuristik: Konsep dan Implementasi*. s.l.:Guna Widya, pp. 8-13.
- Saptaningtyas, F. Y., 2012. Multi Travelling Salesman Problem (mTSP) Dengan Algoritma Genetika Untuk Menentukan Rute Loper Koran di Agen Surat Kabar. *Pythagoras*, VII(2), pp. 55-64.
- Setiawan, K., 2003. *Paradigma Sistem Cerdas*. Surabaya: Bayumedia.
- Suyanto, 2005. *Algoritma Genetik Dalam Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- Widodo, A. W. & Mahmudy, W. F., 2010. Penerapan Algoritma Genetika Pada Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner. *Jurnal Ilmiah Cursor*, Volume V, pp. 205-211.
- Zbigniew, M., 1999. *Genetic Algorithm + Data Structures = Evolution Programs*. New York: Springer Verlag Berlin Heidelberg.