

Penentuan Rute Kendaraan dalam Pendistribusian Beras Bersubsidi Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Perum Bulog Sub Divre Cirebon)*

GALIH DWI WILANTOKO, SUSY SUSANTY

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: galihdw@gmail.com

ABSTRAK

Bulog Sub Divre Cirebon bertanggung jawab dalam proses pendistribusian beras bersubsidi di kota Cirebon. Proses distribusi dilakukan berdasarkan pengalaman satuan kerja yang bertugas sehingga belum terdapat rute yang baku dalam proses distribusi beras bersubsidi di kota Cirebon. Permasalahan yang dihadapi Bulog Sub Divre Cirebon dapat dikelompokkan kedalam Vehicle Routing Problem (VRP). VRP merupakan permasalahan penentuan rute terpendek untuk kendaraan sehingga dapat melayani seluruh permintaan yang ada. VRP yang terjadi memiliki karakteristik Multiple Trip dan Split Delivery VRP. Metode Nearest Neighbor digunakan sebagai pembentukan rute awal kemudian perbaikan rute dilakukan dengan menggunakan Algoritma Genetika. Algoritma Genetika mampu menghasilkan rute yang meminimasi total waktu penyelesaian dan menjamin proses distribusi beras bersubsidi di kota Cirebon dapat diselesaikan lebih singkat.

Kata kunci: *Vehicle Routing Problem, Multiple Trip, Split Delivery, Nearest Neighbor, Algoritma Genetika*

ABSTRACT

Bulog Sub Divre Cirebon is responsible for the distribution of subsidized rice in Cirebon. Distribution process is done based on experience of authorized working unit, so there has not been a standard route in the distribution process of subsidized rice in Cirebon. The problem faced by Bulog Sub Divre Cirebon can be classified into a Vehicle Routing Problem (VRP). VRP is a problem in determining the shortest route for a number of vehicles in serving the entire demand. VRP that happens can be classified as multiple Trip and Split Delivery VRP. Nearest Neighbor method used to make the initial route then the initial routes will be improved using the Genetic Algorithm. The Genetic Algorithm can give a route that minimized total completion time and guarantee that distribution process of subsidized rice in Cirebon can be finished shorter.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Multiple Trip, Split Delivery, Nearest Neighbor, Genetics Algorithm*

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Kenaikan biaya hidup membuat daya beli masyarakat menurun, sehingga banyak penduduk Indonesia yang tidak dapat membeli beras sebagai makanan pokok. Program beras bersubsidi bertujuan untuk menjamin ketersediaan beras sebagai makanan pokok dengan harga yang terjangkau. Bulog Sub Divre Cirebon merupakan salah satu bagian PERUM Bulog yang bertanggung jawab dalam proses pendistribusian beras bersubsidi di wilayah kota Cirebon, kabupaten Cirebon, kabupaten Kuningan dan Majalengka. Salah satu wilayah yang menjadi tanggung jawab BULOG Sub Divre Cirebon adalah kota Cirebon yang terdiri dari 22 kelurahan. Setiap kelurahan di kota Cirebon memiliki sejumlah permintaan beras yang harus dipenuhi. Besarnya harapan masyarakat, membuat program beras bersubsidi ini harus tepat sasaran dan mampu sampai ditangan masyarakat yang membutuhkan dengan tepat waktu. Dalam melayani sejumlah kelurahan di kota Cirebon, BULOG belum memiliki urutan kunjungan kelurahan yang jelas. Urutan kunjungan kelurahan dilakukan berdasarkan aturan bahwa kelurahan yang menyelesaikan administrasi lebih awal akan dilayani terlebih dahulu. Penentuan urutan kunjungan yang kurang tepat menyebabkan proses distribusi dilakukan dengan menempuh jarak yang jauh dan memakan waktu yang lebih lama.

1.2 Identifikasi Masalah

Kelurahan yang pertama kali dilayani adalah kelurahan yang paling awal menyelesaikan administrasi kemudian diikuti oleh kelurahan yang telah menyelesaikan administrasi setelahnya. Hal ini menandakan setiap bulannya urutan kunjungan yang dilakukan akan berubah bergantung pada kelurahan mana yang telah menyelesaikan administrasi terlebih dahulu. Dengan pola seperti ini, BULOG Sub Divre Cirebon mampu menyelesaikan proses distribusi beras bersubsidi di 22 kelurahan di kota Cirebon dalam 4 sampai 5 hari kerja. Permasalahan penentuan urutan kunjungan kelurahan dalam distribusi beras bersubsidi di kota Cirebon dapat dikelompokkan kedalam *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Pada penelitian ini penyelesaian permasalahan VRP dilakukan dengan menggunakan Algoritma Genetika untuk meminimasi total waktu penyelesaian.

2. STUDI LITERATUR

2.1 *Vehicle Routing Problem*

Menurut Singer (2008) VRP adalah masalah penentuan rute-rute yang optimal dari sejumlah depot menuju pelanggan yang tersebar secara geografis. Andaikan ada satu jenis komoditi ditempatkan di sebuah depot $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dengan K kendaraan (*vehicle*) yang berpangkalan di depot tersebut yang mempunyai kapasitas sama yaitu W . Andaikan ada N pelanggan dinyatakan dengan $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dengan masing-masing permintaan sebesar d_i , $1 \leq i \leq N$, jarak antara dua lokasi i dan j diketahui sebesar c_{ij} , $0 \leq i \neq j \leq N$, jarak tempuh maksimum yang diijinkan adalah T . Masalah utama dalam VRP adalah bagaimana menentukan rute untuk K kendaraan tersebut sedemikian sehingga setiap pelanggan terlayani oleh tepat satu kendaraan, permintaan terpenuhi, muatan sepanjang rute tidak melampaui kapasitas W , panjang rute dari depot keliling kembali ke depot lagi tidak melampaui T dan akhirnya jumlah total panjang rute seluruh K kendaraan minimum (Sarwadi, 1959).

2.2 *Multiple Trips Vehicle Routing Problem (MTVRP)*

Dalam permasalahan VRP, jika setiap alat angkut dapat menempuh trip atau rute majemuk selama horizon perencanaan maka ini disebut *Multi Trip Vehicle Routing Problem*. Menurut

Singer (2008) Kendaraan yang kembali ke depot dari rute pendek yang telah dilalui sebelumnya dapat digunakan untuk kedua atau bahkan ketiga kalinya selama tidak melampaui horizon perencanaan. Ini merupakan ciri penting, terutama di daerah perkotaan, di mana kapasitas kendaraan dan waktu perjalanan yang pendek adalah faktor pembatas.

2.3 Split Delivery Vehicle Routing Problem (SDVRP)

Terdapat batasan berupa permintaan tidak melebihi kapasitas kendaraan, terdapat juga batasan bahwa satu kendaraan tepat dikunjungi satu kali oleh kendaraan dalam permasalahan VRP. *Split Delivery* VRP memperbolehkan pelanggan dilayani oleh lebih dari satu kendaraan, tujuannya adalah mengurangi total tur dan jarak tempuh kendaraan (Singer, 2008).

2.4 Nearest Neighbor

Nearest neighbor merupakan sebuah teknik dalam menyelesaikan permasalahan rute dengan cara menentukan titik terdekat dengan jarak terpendek dan merupakan solusi awal penyelesaian masalah (*Route Constructing*). Algoritma *Nearest Neighbor* menurut Pop (2011) adalah sebagai berikut:

1. Berawal dari depot, kemudian mencari lokasi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terpendek dari gudang sebagai lokasi yang pertama.
2. Lanjutkan ke lokasi lain yang memiliki jarak terdekat dari lokasi yang terpilih sebelumnya dengan memperhatikan batasan yang berlaku.
3. Algoritma berakhir jika seluruh pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali.

2.5 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika diperkenalkan oleh John Holland pada tahun 1975 sebagai metode untuk mencari solusi optimum dari suatu permasalahan dengan menggunakan mekanisme pencarian yang meniru proses evolusi biologis.

1. Seleksi

Operator seleksi berfungsi untuk memilih beberapa individu (subpopulasi) dari populasi induk untuk dikenakan operasi genetik. Operator seleksi dilakukan dengan metode *Roulette Wheel*. Seleksi dengan *Roulette Wheel* yaitu memilih anggota populasi tertentu untuk menjadi induk dengan probabilitas sama dengan *fitness* dibagi dengan total *fitness* populasi,

2. Crossover

crossover berfungsi untuk menggabungkan informasi genetik antara dua individu untuk menghasilkan individu baru. Terdapat berbagai macam metode operasi *crossover* bergantung pada representasi kromosom. Operator *Crossover* dilakukan dengan metode *Partial Mapped Crossover*.

Partial Mapped Crossover (PMX)

Langkah 1

Pilih posisi untuk menentukan substring secara acak

Induk 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Induk 2

5	4	6	9	2	1	7	8	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Langkah 2

Tukar substring diantara induk

Proto-child 1

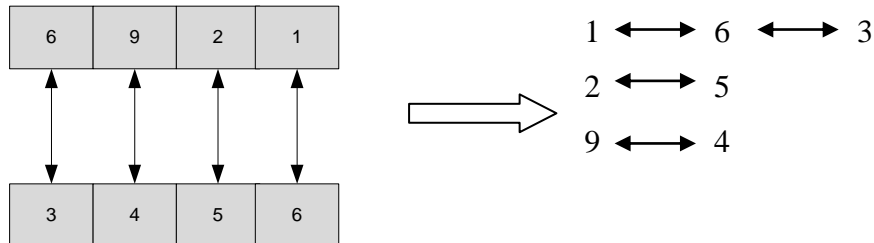
1	2	6	9	2	1	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Proto-child 2

5	4	3	4	5	6	7	8	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Langkah 3

Menentukan hubungan *mapping*

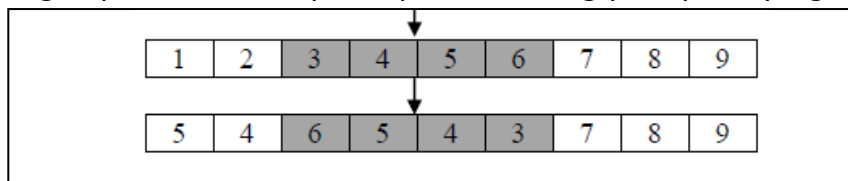


3. Mutasi

Operator ini berfungsi untuk mengubah informasi genetik suatu individu sehingga dihasilkan individu baru. Banyaknya kromosom dalam individu yang akan mengalami mutasi dihitung berdasarkan probabilitas mutasi yang telah ditentukan terlebih dahulu.

Inversion Mutation

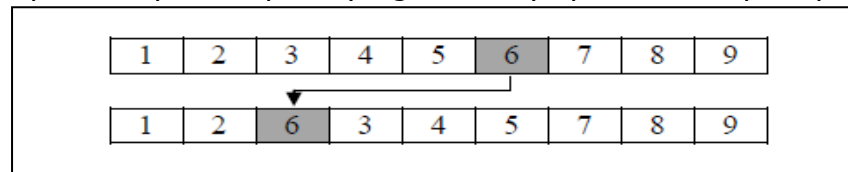
Inversion mutation dilakukan dengan cara memilih *substring* secara acak kemudian *substring* yang terpilih dibalik dan penempatan *substring* pada posisi yang sama.



Gambar 2. Ilustrasi Insertion Mutation

Insertion Mutation

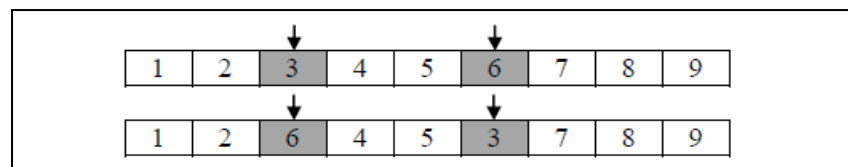
Insertion Mutation dilakukan dengan cara memilih salah satu gen secara acak kemudian gen yang terpilih disisipkan ke posisi yang lain. Penyisipan tersebut pada posisi acak.



Gambar 3. Ilustrasi Insertion Mutation

Exchange Mutation

Exchange Mutation dilakukan dengan cara memilih dua gen secara acak kemudian posisi gen pertama ditukar dengan posisi gen kedua.



Gambar 4. Ilustrasi Exchange Mutation

3. METODOLOGI PENELITIAN

(i) Identifikasi Masalah

Proses pendistribusian beras bersubsidi di kota Cirebon dilakukan berdasarkan jam kerja yang telah ditetapkan. Selama jam kerja tersebut, kendaraan dapat mengunjungi sejumlah kelurahan untuk melayani permintaan. Waktu penyelesaian yang terjadi pada sebuah tur meliputi, waktu untuk melakukan administrasi, pemeriksaan beras, persiapan kendaraan di gudang, waktu *loading* muatan, waktu tempuh dan waktu *unloading* muatan.

(ii) Studi Literatur

Studi pustaka merupakan tahapan yang penting untuk menghasilkan landasan teori dalam penelitian. Studi pustaka dilakukan dengan mencari literatur yang berkaitan dengan VRP dan metode pemecahan VRP yaitu metode *Nearest Neighbor* dan Algoritma Genetika. Literatur yang digunakan berasal dari sejumlah buku yang berkaitan dengan VRP, teori-teori mengenai VRP dan penelitian-penelitian terdahulu.

(iii) Penentuan Metode untuk Pemecahan Masalah

Pemecahan masalah pada penelitian ini harus mampu menghasilkan serangkaian kunjungan yang akan dilakukan oleh kendaraan yang dapat memberikan total waktu penyelesaian yang minimum. Pemecahan masalah pada penelitian ini dilakukan melalui dua tahap yaitu proses penentuan solusi awal menggunakan metode heuristik *Nearest Neighbor* dan tahap perbaikannya menggunakan Algoritma Genetika sebagai perbaikan solusi awal yang telah terbentuk.

(iv) Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi data jumlah kelurahan, data jumlah permintaan dalam satuan kilogram, data jarak tempuh yang dikumpulkan menggunakan bantuan aplikasi *Google Maps*, dan data kendaraan meliputi kapasitas kendaraan dan kecepatan kendaraan.

(v) Perhitungan Permintaan Per-Karung

Data permintaan yang didapatkan pada saat pengumpulan data berupa data permintaan beras dalam satuan kilogram. Data permintaan tersebut akan dikonversi kedalam satuan karung (per karung 25 kilogram). Perhitungan dilakukan dengan hasil bagi permintaan di masing-masing kelurahan $1(D_i)$ dengan berat karung yang digunakan yaitu 25 kilogram.

(vi) Perhitungan Waktu Tempuh

Waktu tempuh merupakan waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk melakukan perjalanan dari satu titik menuju titik lainnya. Waktu tempuh pada penelitian ini berupa waktu tempuh gudang ke kelurahan dan kelurahan ke kelurahan lainnya. Waktu tempuh kendaraan dapat diketahui melalui perhitungan hasil bagi jarak dan kecepatan kendaraan kemudian dikalikan dengan 60 menit.

(vii) Penentuan Solusi Awal Menggunakan Metode *Nearest Neighbor*

Penentuan solusi awal menggunakan metode *Nearest Neighbor* dilakukan dengan membentuk rute berdasarkan skala kedekatan dari titik satu ke titik lainnya. Rute berawal dan berakhir di gudang. Solusi awal akan membentuk sekumpulan tur yang terdiri dari beberapa rute. Waktu penyelesaian di setiap tur terdiri dari waktu setup, waktu *loading*, waktu tempuh dan waktu *unloading*.

(viii) Perbaikan Solusi Awal Menggunakan Algoritma Genetika

Perbaikan rute awal yang telah terbentuk menggunakan Algoritma Genetika dilakukan dengan menggunakan 3 operator genetika yaitu Seleksi, *Crossover* dan mutasi. Diharapkan perbaikan mengarahkan kepada solusi total waktu penyelesaian yang lebih minimum.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan dan wawancara secara langsung. Data yang dikumpulkan, meliputi ;

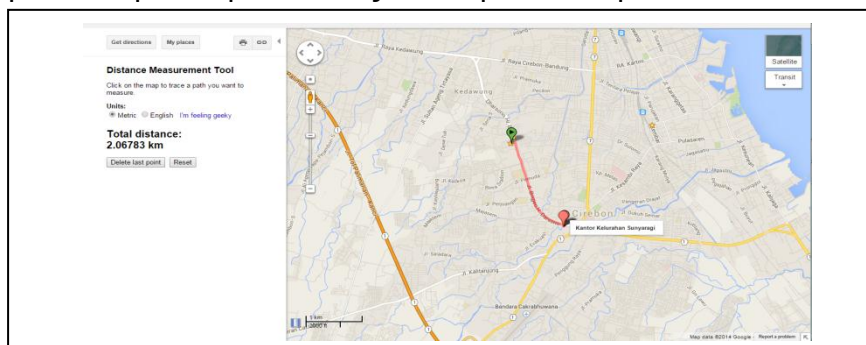
Data Jumlah Kelurahan & Jumlah Permintaan

Tabel 1. Jumlah Kelurahan Dan Permintaan

No.	Kecamatan	No.	Kelurahan	Permintaan	
				RTS-PM	(Kg)
1.	Harjamukti	1	Harjamukti	1215	18225
		2	Kalijaga	1695	25425
		3	Argasunya	1927	28905
		4	Kecapi	720	10800
		5	Larangan	235	3525
2.	Kesambi	6	Pekiringan	423	6345
		7	Kesambi	459	6885
		8	Drajat	912	13680
		9	Sunyaragi	605	9075
		10	Karyamulya	943	14145
3.	Pekalipan	11	Pekalangan	437	6555
		12	Pekalipan	437	6555
		13	Pulasaren	461	6915
		14	Jagasatru	614	9210
4.	Lemahwungkuk	15	Pegambiran	1719	25785
		16	Kasepuhan	1072	16080
		17	Lemahwungkuk	663	9945
5.	Kejaksaan	19	Kejaksan	463	6945
		20	Sukapura	775	11625
		21	Kesenden	506	7590
		22	Kebonbaru	388	5820

Jarak Tempuh

Data jarak tempuh dikumpulkan dengan bantuan aplikasi Google Maps. Tampilan aplikasi Google Maps dalam proses penentuan jarak dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Tampilan Google Maps

Informasi Kendaraan

Kendaraan yang digunakan adalah kendaraan berat jenis *truck* yang berkapasitas 8 ton dan kecepatan kendaraan diasumsikan sebesar 35 km per jam. Asumsi ini disesuaikan dengan peraturan mengenai batas kecepatan kendaraan yang diberlakukan di dalam kota, yaitu maksimal 40 km per jam.

4.2 Pengolahan Data

Sebelum dapat digunakan, perlu dilakukan perhitungan terhadap beberapa data. Perhitungan yang dilakukan meliputi

Permintaan Per-karung

Data permintaan yang didapatkan pada pengumpulan data sebelumnya masih berupa data permintaan beras dalam satuan kilogram. Data permintaan dikonversi dari satuan kilogram menjadi karung (25 kilogram per karung). Hasil konversi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Konversi Permintaan Per-Karung

No.	Kecamatan	Kelurahan	Permintaan		
			RTS-PM	(Kg)	(Karung)
1.	Harjamukti	Harjamukti	1215	18225	729
		Kalijaga	1695	25425	1017
		Argasunya	1927	28905	1157
		Kecapi	720	10800	432
		Larangan	235	3525	141
2.	Kesambi	Pekiringan	423	6345	254
		Kesambi	459	6885	276
		Drajat	912	13680	548
		Sunyaragi	605	9075	363
		Karyamulya	943	14145	566
3.	Pekalipan	Pekalangan	437	6555	263
		Pekalipan	437	6555	263
		Pulasaren	461	6915	277
		Jagasatru	614	9210	369
4.	Lemahwungkuk	Pegambiran	1719	25785	1032
		Kasepuhan	1072	16080	644
		Lemahwungkuk	663	9945	398
		Panjunan	527	7905	317
5.	Kejaksaan	Kejaksan	463	6945	278
		Sukapura	775	11625	465
		Kesenden	506	7590	304
		Kebonbaru	388	5820	233

Data permintaan per-karung dihitung menggunakan rumus (1) sebagai berikut ;

$$D_i(\text{karung}) = \text{roundup} \frac{D_i(\text{Kilogram})}{25 (\text{Kilogram})} \quad (1)$$

Waktu Tempuh

Waktu tempuh kendaraan digunakan sebagai *input* dalam proses penentuan rute

menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Waktu tempuh dihitung menggunakan rumus (2) sebagai berikut ;

$$t_{ij} = \frac{d_{ij}(\text{kilometer})}{35 \text{ kilometer per jam}} \times 60 \text{ menit} \quad (2)$$

Penentuan Rute Awal Menggunakan Metode *Nearest Neighbor*

Tur awal yang terbentuk melalui metode *Nearest Neighbor* adalah sebanyak 8 tur. Hasil rekapitulasi tur yang telah terbentuk melalui metode *Nearest Neighbor* beserta waktu penyelesaian untuk setiap tur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Rute *Nearest Neighbor*

Tur	Rute	Waktu Penyelesaian (Menit)
1	Gudang – Sunyaragi – Gudang – Sunyaragi – Harjamukti – Gudang – Karyamulya – Gudang – Karyamulya – Harjamukti – Gudang – Harjamukti – Gudang	470,051
2	Gudang – Harjamukti – Kesambi – Gudang – Kesambi – Drajat – Gudang – Pekalangan – Pekiringan – Gudang – Drajat – Kalijaga – Gudang	403,262
3	Gudang – Pulasaren – Jagasatru – Gudang – Sukapura – Gudang – Sukapura – Kejaksan – Gudang – Panjunan – Lemahwungkuk – Gudang	410,915
4	Gudang – Kejaksan – Lemahwungkuk – Gudang – Larangan – Kecapi – Gudang – Jagasatru – Gudang – Jagasatru – Pekalipan – Lemahwungkuk – Gudang	418,434
5	Gudang – Kalijaga – Gudang – Kalijaga – Gudang – Kalijaga – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Gudang	418,859
6	Gudang – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Kasepuhan – Gudang – Argasunya – Gudang	421,670
7	Gudang – Argasunya – Gudang – Argasunya – Gudang – Argasunya – Kecapi – Pekiringan – Gudang – Lemahwungkuk – Pekiringan – Kasepuhan – Gudang	448,742
8	Gudang – Kesenden – Kebonbaru – Gudang – Kasepuhan – Gudang – Kasepuhan – Kebonbaru – Gudang	322,151
Total Waktu Penyelesaian		3314,084

Perbaikan Rute Awal Menggunakan Algoritma Genetika

Percobaan perbaikan pertama dilakukan dengan $P_c = 0,3$ dan $P_m = 0,02$ dengan 20 kalii generasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perbaikan dengan $P_c = 0,3$ dan $P_m = 0,02$

Tur	Rute	Waktu Penyelesaian (Menit)
1	Gudang – Jagasatru – Pulasaren – Gudang – Harjamukti – Sunyaragi – Gudang – Karyamulya – Gudang – Harjamukti – Karyamulya – Gudang – Harjamukti	479,953

Tabel 4. Hasil Perbaikan dengan $P_c = 0,3$ dan $P_m = 0,02$ (Lanjutan)

Tur	Rute	Waktu Penyelesaian (Menit)
2	Gudang – Kebonbaru – Kesenden – Gudang – Drajat – Kesambi – Gudang – Pekiringan – Pekalangan – Gudang – Drajat – Kalijaga – Gudang	413,353
3	Gudang – Sunyaragi – Gudang – Sukapura – Gudang – Kejaksan – Sukapura – Gudang – Panjunan – Lemahwungkuk – Gudang	309,263
4	Gudang – Pegambiran – Gudang – Kecapi – Larangan – Gudang – Jagasatru – Gudang – Jagasatru – Lemahwungkuk – Kalijaga – Gudang	417,184
5	Gudang – Argasunya – Gudang – Kalijaga – Gudang – Kalijaga – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Gudang	420,374
6	Gudang – Harjamukti – Kesambi – Gudang – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Kasepuhan – Gudang – Argasunya – Gudang	414,205
7	Gudang – Lemahwungkuk – kejaksan – Gudang – Argasunya – Gudang – Argasunya – Kecapi – Pekiringan – Gudang – Lemahwungkuk – Pekiringan – Kasepuhan – Gudang	450,827
8	Gudang – Kalijaga – Gudang – Kasepuhan – Gudang – Kebonbaru – Kasepuhan – Gudang	318,309
Total Waktu Penyelesaian		3223,468

Percobaan perbaikan kedua dilakukan dengan $P_c = 0,5$ dan $P_m = 0,02$ dengan 20 kalii generasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perbaikan dengan $P_c = 0,5$ dan $P_m = 0,02$

Tur	Rute	Waktu Penyelesaian (Menit)
1	Gudang – Pegambiran – Gudang – Harjamukti – Sunyaragi – Gudang – Karyamulya – Gudang – Harjamukti – Karyamulya Gudang – Harjamukti – Gudang	396,811
2	Gudang – Lemahwungkuk – Kejaksan – Gudang – Drajat – Kesambi – Gudang – Pekalangan – Pekiringan – Gudang – Drajat – Kalijaga – Gudang	413,111
3	Gudang – Argasunya – Gudang – Sukapura – Gudang – Kejaksan – Sukapura – Gudang – Panjunan – Lemahwungkuk – Gudang	321,321
4	Gudang – Kesenden – Kebonbaru – Gudang – Larangan – Kecapi – Gudang – Jagasatru – Gudang – Pekalipan – Jagasatru – Lemahwungkuk – Gudang	420,091
5	Gudang – Harjamukti – Kesambi – Gudang – Kalijaga – Gudang – Kalijaga – Pegambiran – Gudang – Pegambiran Gudang	412,610
6	Gudang – Sunyaragi – Gudang – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Kasepuhan – Gudang – Argasunya – Gudang	318,610

Tabel 5. Hasil Perbaikan dengan $P_c = 0,5$ dan $P_m = 0,02$ (Lanjutan)

Tur	Rute	Waktu Penyelesaian (Menit)
7	Gudang – Kalijaga – Gudang – Argasunya – Gudang – Argasunya – Kecapi – Pekiringan – Gudang – Lemahwungkuk – Pekiringan – Kasepuhan – Gudang	447,227
8	Gudang – Pulasaren – Jagasatru – Gudang – Kasepuhan – Gudang – Kebonbaru – Kasepuhan – Gudang	317,668
Total Waktu Penyelesaian		3047,001

Percobaan perbaikan kedua dilakukan dengan $P_c = 0,7$ dan $P_m = 0,02$ dengan 20 kali generasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perbaikan dengan $P_c = 0,7$ dan $P_m = 0,02$

Tur	Rute	Waktu Penyelesaian (Menit)
1	Gudang – Argasunya – Gudang – Sunyaragi – Harjamukti – Gudang – Karyamulya – Gudang – Karyamulya – Harjamukti – Gudang – Harjamukti – Gudang	305.360
2	Gudang – Jagasatru – Pulasaren – Gudang – Drajat – Kesambi – Gudang – Pekalangan – Pekiringan – Gudang – Drajat – Kalijaga – Gudang	408.870
3	Gudang – Kebonbaru – Kesenden – Gudang – Sukapura – Gudang – Sukapura – Kejaksan – Gudang – Panjunan – Lemahwungkuk – Gudang	323.648
4	Gudang – Lemahwungkuk – Kejaksan – Gudang – Larangan – Kecapi – Gudang – Jagasatru – Gudang – Jagasatru – Pekalipan – Lemahwungkuk – Gudang	418.434
5	Gudang – Sunyaragi – Gudang – Kalijaga – Gudang – kalijaga – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Gudang	408.316
6	Gudang – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Gudang – Pegambiran – Kasepuhan – Gudang – Argasunya – Gudang	421.670
7	Gudang – Kalijaga – Gudang – Argasunya – Gudang – Argasunya – Kecapi – Pekiringan – Gudang – Lemahwungkuk – Pekiringan – Kasepuhan – Gudang	447.227
8	Gudang – Sunyaragi – Kesambi – Gudang – Kasepuhan – Gudang – Kasepuhan – Kebonbaru – Gudang	312.061
Total Waktu Penyelesaian		3045,585

5. ANALISIS HASIL PEMBENTUKAN RUTE

Terbentuknya satu rute ditandai dengan kembalinya kendaraan menuju ke gudang untuk mengisi kapasitas. Dalam 1 tur selama rentang waktu perencanaan, terdapat lebih dari satu rute yang terbentuk. Hal ini menandakan VRP yang terjadi memiliki karakteristik *Multiple Trips* VRP. Jumlah permintaan yang melebihi kapasitas kendaraan membuat satu kelurahan dapat dikunjungi lebih dari satu kali. Kunjungan dapat dilakukan di tur yang sama atau tur yang berbeda. Hal ini menandakan VRP yang terjadi memiliki karakteristik *Split Delivery* VRP.

Hasil pembentukan rute menggunakan metode *Nearest Neighbor* menghasilkan 8 tur. Satu tur mewakili satu kendaraan yang dibutuhkan. Saat ini BULOG Sub Divre Cirebon hanya menggunakan 2 unit kendaraan untuk proses distribusi beras bersubsidi di kota Cirebon. Artinya BULOG Sub Divre Cirebon membutuhkan waktu 4 hari untuk menyelesaikan seluruh rangkaian proses distribusi beras bersubsidi. Penggunaan 2 unit kendaraan ini tidak memerlukan biaya tambahan karena sudah sesuai dengan kebijakan kondisi saat ini.

Jika biasanya proses distribusi dilakukan dengan 4 sampai 5 hari, maka dengan rute yang telah dihasilkan ini mampu menjamin proses distribusi dapat dilakukan tepat 4 hari dengan waktu yang lebih singkat. Hal ini juga berarti BULOG Sub Divre Cirebon dapat melakukan penghematan terhadap biaya sewa kendaraan.

6. KESIMPULAN

Proses penentuan rute awal menggunakan metode *Nearest Neighbor* menghasilkan 8 tur dengan total waktu 3314,084 menit. Rute yang terbentuk melalui Algoritma Genetika mampu meminimumkan total waktu penyelesaian pada solusi awal *Nearest Neighbor*.

Tabel 4. Hasil Pembentukan Rute

<i>Fitness (Nearest Neighbor)</i>	<i>Fitness (Algoritma Genetika) Pc = 0,3 dan Pm = 0,02</i>	<i>Fitness (Algoritma Genetika) Pc = 0,5 dan Pm = 0,02</i>	<i>Fitness (Algoritma Genetika) Pc = 0,7 dan Pm = 0,02</i>
3314,084 menit	3223,684	3047,001 menit	3045,585 menit

Rute yang dihasilkan oleh Algoritma Genetika dengan $P_c = 0,7$ dan $P_m = 0,02$ menghasilkan total waktu penyelesaian 3045,585 dan merupakan rute yang menghasilkan total waktu penyelesaian paling minimum. Rute yang terbentuk melalui Algoritma Genetika menggunakan probabilitas crossover (P_c) = 0,7 dan Probabilitas mutasi (P_m) = 0,2 merupakan rute yang disarankan untuk diimplementasikan karena memberikan total waktu penyelesaian yang paling minimum.

REFERENSI

Pop, P.C. (2011). Heuristic Algorithms For Solving The Generalized Vehicle Routing Problem. *International Journal of Computers Communications & Control* 6(1), 158-165

Sarwadi. (1959). Algoritma Genetika Untuk Penyelesaian Vehicle Routing Problem, *Jurnal Matematika Dan Komputer* 7 (2), 1 - 10

Singer, B. (2008). *The Multi-Trip Vehicle Routing Problem* . Marco Bijvank ; Amsterdam