

USULAN PERBAIKAN RUTE PENDISTRIBUSIAN *ICE TUBE* MENGGUNAKAN METODE *NEAREST NEIGHBOUR* DAN *GENETIC ALGORITHM**

Atika Rini, Susy Susanty, Yodi Nurdiansyah

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: atika.rini@yahoo.com

ABSTRAK

Pendistribusian menjadi salah satu faktor penting dalam kegiatan *supply chain*. Ketepatan waktu dalam pengiriman produk akan meningkatkan kepuasan pelanggan. PT. Agronesia adalah salah satu perusahaan yang memproduksi es kristal yang harus didistribusikan setiap hari kepada para pelanggan. Tidak diterapkannya metode khusus pembentukan rute membuat perusahaan mengalami kendala waktu yang sangat panjang dalam kegiatan pendistribusian. Permasalahan ini dikategorikan kedalam permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan karakteristik *single depot*, *multiple trip* dan *split delivery*. Metode *Nearest Neighbour* yang termasuk kedalam metode heuristik menjadi metode pendekatan yang akan menghasilkan solusi awal yang selanjutnya akan dilakukan perbaikan menggunakan salah satu metode metaheuristik *Genetic Algorithm*.

Kata kunci: *distribusi, vehicle routing problem, nearest neighbour, genetic algorithm*

ABSTRACT

Distribution is an important factor in supply chain activities. On schedule delivery product increase customer satisfaction. PT. Agronesia produce ice tube which must be distributed everyday to customers. There is no special method to determine the route that's impact on completion time of distribution. These problems are categorized into Vehicle Routing Problem (VRP) with the characteristics single depot, multiple trips and split delivery. Heuristic methods, Nearest Neighbour give initial solution to this problem and then the solution revised by Genetic Algorithms.

Keywords: *distribution, vehicle routing problem, nearest neighbour, genetic algorithms*

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

Kapasitas kendaraan dan jarak menjadi faktor yang mempengaruhi kegiatan distribusi. Maka dari itu menentukan rute pengiriman produk menjadi hal yang penting dalam kegiatan distribusi. Permasalahan ini merupakan salah satu bagian yang perlu dikaji untuk meningkatkan pelayanan kepada pelanggan.

PT. Agronesia Divisi industri Es Saripetojo Bandung adalah salah satu Industri yang menghasilkan es dalam bentuk balok dan Kristal yang biasa banyak digunakan dalam industri kuliner. Industri es Saripetojo Bandung telah berdiri sejak jaman Hindia Belanda dan sampai saat ini telah mengalami beberapa kali perubahan nama serta manajemen. Salah satu produk yang dihasilkan berupa es kristal (*ice tube*), produksinya harus dilakukan setiap hari sesuai permintaan, karena produk yang harus di distribusikan berupa es yang mudah mencair sehingga mengharuskan produk untuk segera dikirim ke setiap pelanggan setelah selesai di produksi. Daerah pemasaran PT. Agronesia meliputi daerah yang ada di seluruh provinsi Jawa Barat. Meningkatnya jumlah pemesanan menuntut perusahaan untuk dapat menentukan rute yang efektif dan efisien sehingga es yang disalurkan sesuai dengan horizon perencanaan yang telah ditetapkan. Pada kenyataannya dalam pendistribusian es kristal (*ice tube*), PT. Agronesia hanya menggunakan kemampuan dan pengetahuan pengemudi tanpa adanya kajian penentuan rute kendaraan yang tepat.

Penelitian ini melakukan kajian mengenai pendistribusian es kristal (*ice tube*) dan menghasilkan urutan rute kendaraan. Karakteristik VRP yang digunakan yaitu *split delivery*, *single depot*, dan *multiple trips* yang artinya kendaraan dapat kembali ke pelanggan yang sama, menggunakan gudang tunggal, dan terdiri dari beberapa rute dalam satu tur pengantaran es kristal (*ice tube*) dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour*. Hasil penelitian yang diperoleh kemudian akan dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode metaheuristik *Genetic Algorithm* yang akan memberikan waktu penyelesaian total minimum.

1.2 Identifikasi Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di perusahaan. Seiring meningkatnya permintaan es kristal dan belum memadainya kendaraan pendistribusian sehingga mengharuskan perusahaan menolak penambahan pelanggan yang permintaannya mencapai 300 kantung es. Perusahaan membutuhkan metode khusus untuk mengatasi permasalahan distribusi. Bagaimana nantinya metode yang digunakan dapat menghasilkan rute perjalanan terbaik sehingga dapat meminimalkan waktu pendistribusian dan memudahkan perusahaan dalam menentukan rute pendistribusian saat datang pelanggan baru.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Distribusi Dan Transportasi

Salah satu peran penting dalam kegiatan logistik adalah distribusi dan transportasi. Kecepatan dan ketepatan dalam melaksanakan kegiatan logistik menjadi tolak ukur utama bidang ini. Bagaimana rantai suplai bisa sampai hingga ke tempat tujuan dengan keadaan yang baik dan sesuai dengan permintaan, sehingga proses berikutnya tidak terhambat.

Banyak hal yang berpengaruh dalam hal ini, mulai dari kelayakan armada transportasi, ketepatan dalam menentukan rute, dan juga efisiensi biaya transportasi dan distribusi sehingga waktu yang diperlukan menjadi lebih efektif (Siagian, 2003).

Kegiatan distribusi dan transportasi bisa dilakukan oleh perusahaan manufaktur dengan membentuk bagian distribusi/ transportasi tersendiri atau diserahkan kepada pihak ketiga. Dalam upayanya untuk memenuhi tujuan-tujuan diatas, siapapun yang melaksanakan (*internal* perusahaan atau mitra pihak ketiga), manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yang terdiri dari:

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*.
2. Menentukan mode transportasi yang akan digunakan.
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman.
4. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman.
5. Memberikan Pelayanan Nilai Tambah.
6. Menyimpan Persediaan.
7. Menangani Pengembalian (*Return*).

2.2 Vehicle Routing Problem (VRP)

Hal yang paling menjadi fundamental dan paling terkenal dalam permasalahan penentuan rute adalah *Traveling Salesman Problem (TSP)*, yang mana dalam permasalahan tersebut menggambarkan seorang *salesman* yang harus mengunjungi sekumpulan kota dan kembali lagi ke kota dimana dia memulainya. Tujuan yang ingin dicapai dalam TSP adalah untuk meminimalisasi jarak total yang dilalui oleh *salesman*. Pada bagian ini akan dibahas permasalahan perutean yang merupakan generalisasi dari TSP, yang disebut dengan *Vehicle Routing Problem (VRP)*. VRP sendiri terdiri dari n rute armada kendaraan, dimana sebuah rute merupakan sebuah tur yang dimulai dari depot dan selanjutnya mengunjungi beberapa kumpulan pelanggan untuk memenuhi permintaan hingga akhirnya kembali ke depot semula. Semua pelanggan harus dilalui oleh tepat satu armada dan total keseluruhan permintaan dari pelanggan tidak lebih dari kapasitas armada kendaraan (Sarwadi, 1995).

VRP didefinisikan sebagai permasalahan dalam penentuan rute *delivery* atau *collection* yang optimal dari depot menuju beberapa *customer* yang tersebar secara geografis dengan memperhatikan batasan operasi. Dalam aplikasinya VRP telah banyak muncul di kehidupan nyata dalam transportasi dan logistik, seperti perutean bus sekolah, perutean petugas pos, perutean truk sampah dan distribusi produk-produk kehidupan sehari-hari kepada retailer, dan sebagainya.

Pada permasalahan VRP terdapat beberapa jenis model dimana setiap model memiliki pembatasnya masing-masing. Jenis-jenis dari VRP dan penjelasannya dapat dilihat sebagai berikut:

1. *Capacitated Vehicle routing Problem (CVRP)*, jenis dari VRP dimana setiap unit kendaraan mempunyai kapasitas angkut barang yang sama. Jumlah permintaan barang yang dapat dilayani oleh setiap kendaraan tidak boleh melebihi kapasitas angkut barang kendaraan.
2. *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)*, jenis dari VRP dimana masing-masing pelanggan dan tempat pemberhentian memiliki interval waktu tertentu dalam melakukan pengambilan dan pengiriman barang.
3. *Capacitated Vehicle routing Problem with Time Windows (CVRPTW)*, jenis dari VRP yang menggabungkan antara CVRP dan VRPTW.
4. *Multiple Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP)*, jenis dari VRP dengan lebih dari satu depot.

5. *Periodic Vehicle Routing Problem* (PVRP), jenis VRP dimana pengiriman barang dapat dilakukan dalam beberapa hari.
6. *Split Delivery Vehicle Routing Problem* (SDVRP), jenis dari VRP dimana satu pelanggan dapat dilayani oleh lebih dari satu unit kendaraan.
7. *Vehicle Routing Problem with Backhauls* (VRPB), jenis dari VRP dimana antara pengambilan barang dan pengiriman barang dapat dilakukan pada setiap tempat pemberhentian yang diberikan sepanjang rute. Secara khusus, pengambilan barang tidak dapat dilakukan sampai semua pengiriman selesai dilakukan.

2.3 Algoritma *Nearest Neighbour*

Algoritma *Nearest Neighbour* adalah metode sederhana yang diperkenalkan pertama kali pada tahun 1983. Merupakan sebuah teknik dalam menentukan rute terpendek dengan cara menentukan titik terdekat dengan jarak terpendek dan merupakan solusi awal penyelesaian masalah (*Route Constructing*). Pada setiap iterasinya, dilakukan pencvarian pelanggan terdekat dengan pelanggan terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute tersebut. *Nearest Neighbour* merupakan algoritma yang mudah untuk diimplementasikan namun tidak menjamin solusi yang dihasilkan optimal, adapun langkah-langkah dalam metode ini sebagai berikut (Sarwadi, 1995):

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.

2.4 *Genetic Algorithm*

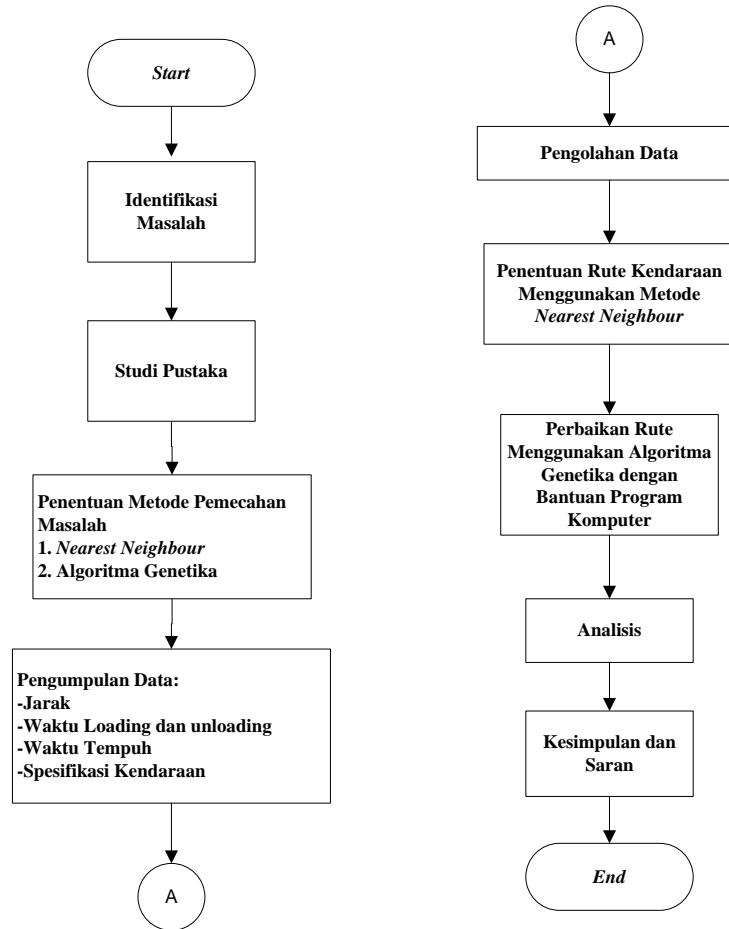
Genetic Algorithm diperkenalkan pertama kali pada tahun 1975 dan merupakan metode heuristik untuk mencari solusi optimal dari suatu permasalahan dengan menggunakan mekanisme pencarian yang meniru proses evolusi biologis. Mekanisme yang digunakan merupakan kombinasi dari pencarian acak dan terstruktur. Algoritma ini sudah berhasil diterapkan dalam berbagai permasalahan mulai dari *Traveling Salesman Problem* (TSP), VRP dan penjadwalan produksi. Terdapat beberapa definisi penting dalam *Genetic Algorithm* yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan (Haupt, 2004):

1. **Genotype (Gen)**, sebuah nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu dari satu kesatuan gen yang dinamakan kromosom. Dalam *Genetic Algorithm*, gen ini bisa merupakan nilai biner, float, integer maupun karakter, atau kombinatorial. Gen mendeskripsikan solusi yang memungkinkan.
2. **Allele**, nilai dari gen.
3. **Kromosom**, gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu.
4. **Individu**, menyetakan satu nilai atau keadaan yang menyatakan salah satu solusi yang mungkin dari permasalahan yang diangkat. Individu tersusun dari kromosom.
5. **Populasi**, merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu siklus proses evolusi.
6. **Generasi**, menyatakan satu-satuan siklus proses evolusi.
7. **Nilai Fitness**, menyatakan seberapa baik nilai dari suatu individu atau solusi yang didapatkan.

4. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penentuan rute distribusi es *tube* PT. Agronesia di wilayah Kota Bandung dapat dilihat pada Gambar 1.

Usulan Perbaikan Rute Pendistribusian Ice Tube Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Genetic Algorithm



Gambar 1. Langkah-langkah Pemecahan Masalah

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pada proses ini data yang didapatkan adalah hasil penelitian yang dilakukan langsung di PT. Agronesia divisi Es saripetojo Bandung. Data-data ini akan menjadi acuan dalam penyelesaian masalah, adapun data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengumpulan Data

No	Nama Data	Satuan	Sumber Data
1	Jumlah pelanggan	Pelanggan	PT. Agronesia
2	Jumlah Permintaan	Kantung	PT. Agronesia
3	Jarak Tempuh	Kilo Meter	<i>Google Maps</i>
4	Spesifikasi Kendaraan	Unit	PT. Agronesia
5	Kecepatan Kendaraan	Km/Jam	Departemen Perhubungan RI
6	Waktu <i>Loading & Unloading</i>	Menit	PT. Agronesia

Berikut ini adalah data-data yang telah dihimpun dalam penelitian:

- (i) Jumlah permintaan es kristal tiap hari yang harus di distribusikan adalah sebanyak 175 pelanggan dengan total 921 kantong es.
- (ii) Jarak tempuh dari titik depot ke tiap pelanggan dan pelanggan satu ke pelanggan lainnya. Data ini diperoleh dengan bantuan aplikasi *Google Maps*.
- (iii) Data kendaraan pendistribusian berjenis mobil *box* tertutup dengan kapasitas 100 kantong es atau 2.000 Kg.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data pada permasalahan VRP akan dimulai dengan metode awal penentuan rute yaitu *Nearest Neighbour* dan metode metaheuristik *Genetic Algorithm*.

Penentuan Solusi Awal Menggunakan Metode Nearest Neighbour

Setelah mendapatkan jumlah permintaan dan waktu tempuh maka dilanjutkan dengan menentukan solusi awal penentuan rute distribusi menggunakan metode *Nearest Neighbour*. Langkah-langkah dalam penentuan rute menggunakan metode *Nearest Neighbour* sebagai berikut:

Langkah 1

Berdasarkan matriks jarak $d_{(i,j)}$ & $d_{(j,k)}$ maka dibuat matriks waktu tempuh $T_{(i,j)}$ & $T_{(j,k)}$ dari titik i ke titik j dan titik j ke titik k .

Langkah 2

Menentukan waktu perencanaan awal penyelesaian (HT = 480 menit) dan Tur (T=1), lanjut ke langkah 3.

Langkah 3

Membangkitkan iterasi dengan (R=1) untuk dilanjutkan ke langkah 4.

Langkah 4

Menentukan titik awal perjalanan yaitu depot, dengan kapasitas kendaraan (Q) sebanyak 100 kantong es.

Menghitung waktu penyelesaian di titik i (CT_i) dengan menjumlahkan waktu *loading*. lanjut ke langkah 5.

Langkah 5

Mencari lokasi terdekat dari titik awal (depot) berdasarkan matriks jarak, lanjut ke langkah 6.

Langkah 6

Menghitung waktu *unloading* (Ut) dengan cara *demand* (D) dikali kecepatan *unloading* (Vk) sebesar 0,5 menit/ kantong.

$$Ut = D \times V_k (3.2)$$

Menghitung sisa permintaan pelanggan i (Di) dengan cara demand dikurangi kapasitas *unloading* (Uq).

$$Di = D - Uq (3.3)$$

Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7

Menghitung sisa kapasitas kendaraan (Qi) dengan cara kapasitas saat di titik Q_{i-1} dikurangi kapasitas *unloading*. Lanjut ke langkah 8.

Langkah 8

Menghitung waktu penyelesaian di titik i (CT_i) dengan menambahkan waktu CT_{i-1} dengan waktu tempuh dari titik i ke titik j (T_{ij}) dan waktu *unloading* (Ut). lanjut ke langkah 9.

Langkah 9

Jika $Q > 0$ maka lanjut ke langkah 10, apabila $Q = 0$ maka hitung total CT_i untuk kembali ke langkah 3.

Langkah 10

Hitung jika $CT > HT$ maka lanjut ke langkah 11. Apabila $CT < HT$ kembali ke langkah 5.

Langkah 11

Saat $CT < HT$ dan masih ada pelanggan yang belum dikunjungi maka kembali ke langkah 2. Apabila semua pelanggan sudah dikunjungi maka tur selesai. Berdasarkan algoritma yang telah dibuat didapatkan urutan kunjungan pelanggan atau rute pendistribusian es kristal dengan *metode Nearest Neighbour* seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rute Pendistribusian Menggunakan Metode Nearest Neighbour

TUR	Rute	Pelanggan									Waktu Penyelesaian Rute (Menit)	Waktu Penyelesaian Tur (menit)
1	1	0	103	38	40	41	42	43	44	45	81	479.7
		46	47	48	49	50	51	52	39	53		
	2	0	166	167	168	169	170	172	173	174	183.9	
		1	2	3	163	156	11	13	14	18		
2	1	0	171	73	74	72	75	54	98	99	139.2	465.4
		100	109	107	113	104	102	101	108	106		
	2	0	87	88	89	90	81	82	83	84	75.6	
		85	86	91	92	94	95	96	93	97		
3	1	0	16	17	29	22	10	8	9	37	142.1	476.7
		35	23	32	33	34	31	30	26	36		
	2	0	165	162	164	160	151	152	153	154	172.5	
		157	155	158	161	159	133	4	135	134		
3	1	0	124	123	128	129	55	56	57	58	150.8	476.7
		59	60	61	62							
	2	0	39	53	117	119	120	118	76	79	52.3	
		0	116	80	121	77	78	62	69	70	282.7	
3	1	71	68	67	5	66	65	64	138	139	141.7	476.7
		137	141	142	140	149	148					
Total Waktu Penyelesaian											1421.8	

4.2.1 Perbaikan Solusi Menggunakan Genetic Algorithm

Setelah mendapatkan sejumlah tur yang terdiri dari beberapa rute pendistribusian menggunakan metode nearest neighbour maka akan dilakukan perbaikan. Perbaikan dilakukan menggunakan salah satu metode metaheuristik yaitu *Genetic Algorithm*. Dalam pengerjaan *Genetic Algorithm* digunakan beberapa istilah evolusi biologi. Berikut adalah istilah yang digunakan dalam pengerjaan *Genetic Algorithm* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Istilah Genetic Algorithm

No	Istilah Genetic Algorithm	Penerapan Dalam VRP
1	Gen/ Substring	Pelanggan
2	Individu & Kromosom	Tur & Rute
3	Populasi	Keseluruhan tur
4	Parent (Induk)	Rute kendaraan yang akan di proses
5	Offspring/ Child (Keturunan)	Rute kendaraan yang terbentuk
6	Seleksi	Operator yang memilih individu untuk proses crossover dan mutasi
7	Crossover	Operator untuk menghasilkan generasi baru
8	Mutasi Gen	Operator yang melakukan pertukaran gen dengan gen lainnya
9	Fitness	Waktu penyelesaian tur
10	Generasi	Uji coba populasi

A. Input

Input dalam pengerjaan *Genetic Algorithm* meliputi:

1. Tur perjalanan yang dihasilkan dari perhitungan metode nearest neighbour.
2. Nilai probabilitas *crossover*, tidak ada ketentuan pada nilai probabilitas *crossover*, sehingga dapat dicoba beberapa kali ke dalam nilai yang berbeda. Probabilitas yang digunakan dalam penelitian ini 0,5; 0,7 dan.
3. Nilai probabilitas mutasi, sama halnya dengan probabilitas *crossover*, nilai ini tidak ada ketentuan. Nilai yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,02; 0,05 dan 0,08.
4. Generasi yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 20 generasi dan 500 generasi. Semakin tinggi nilai generasi maka akan semakin baik probabilitas keberhasilan yang dihasilkan.

B. Seleksi

Proses seleksi dilakukan dengan menentukan nilai fitness terkecil sebagai peluang lolos individu (rute). Contohnya bila terdapat sejumlah n individu (rute) dalam suatu populasi (tur), maka dengan seleksi dilakukan pemilihan sejumlah n individu (rute) untuk lolos ke tahap selanjutnya.

C. Crossover

Crossover dilakukan dengan melakukan pertukaran/ persilangan gen-gen (pelanggan) yang bersesuaian dari dua parent untuk menghasilkan individu (rute) baru. Persilangan yang dilakukan yaitu persilangan pelanggan antar tur.

D. Mutasi

Mutasi berperan dalam perubahan terhadap tur dan gen dalam individu. Setelah dilakukan operasi *crossover* maka dilakukan operasi mutasi terhadap populasi tersebut. Operasi mutasi yang digunakan adalah *swapping mutation*. Proses mutasi dilakukan dengan cara menukar gen yang dipilih secara random dengan gen setelahnya.

Berikut ini adalah rute pembentukan menggunakan Genetic Algorithm dengan 20 Generasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rute Pendistribusian Menggunakan *Genetic Algorithm* 20 Generasi

TUR	Rute	Pelanggan									Waktu Penyelesaian Rute (Menit)	Waktu Penyelesaian (menit)	
1	1	0	103	38	40	41	42	43	44	45	82	469,2	
		46	47	48	49	50	51	52	39	53			
	2	0	39	156	11	13	14	18	19	28			161,4
		15	20	24	21	27	12	25					
3	0	171	73	74	72	75	54	98	99	139			
	100	109	113	107	104	102	101	108	106				
		105	114	110	115	112	111	116			86,8		
4	0	87	88	90	89	81	82	83	84				
		85	86	91	92	94	95	96	93	97			
		144	143	138									
2	1	0	16	17	29	22	10	8	9	37	139,5	440,82	
		35	33	23	32	34	31	26	30	36			
		25	63	7	6	127							
	2	0	165	162	164	160	151	152	153	154	168,12		
		157	155	158	161	159	133	4	135	134			
		136	132	131	125	126	130	122					
	3	0	124	123	128	129	57	55	56	58	133,2		
		59	61	60	62								
3	1	0	166	167	168	169	170	172	173	174	135,45	462,5	
		1	3	2	163	53	117	119	120	118			
		76	79										
	2	0	116	80	121	77	78	62	69	70	168,2		
		71	68	67	5	66	65	64	138	139			
		137	141	142	140	149	148						
	3	0	147	146	145	150	175				158,85		
Total Waktu Penyelesaian											1372,52		

Usulan Perbaikan Rute Pendistribusian Ice Tube Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Genetic Algorithm

Dari tabel 4 diperoleh total waktu penyelesaian 1372,52 menit dengan probabilitas *crossover* (Pc) 0,5 dan probabilitas mutasi (Pm) 0,05.

Tabel 5. Rute Pendistribusian Menggunakan *Genetic Algorithm* 500 Generasi

TUR	Rute	Pelanggan										Waktu Penyelesaian (menit)															
1	1	0	145	150	38	40	41	43	42	44	45	46	47	48	49	50	52	51	39	450,8							
	2	0	166	167	168	170	169	173	172	174	1	2	3	163	156	11	13	14	18								
		19	28	15	20	24	21	27	12	25	0	171	73	74	72	75	54	98	99								
		100	109	107	113	104	102	101	108	106	105	114	110	115	112	111	116										
4	0	87	88	89	90	81	82	83	84	85	86	91	92	94	95	93	96	97									
	144	143	138	2	1	0	16	29	17	22	10	8	9	37	35	23	32	33	31	34	30	26	36	402,16			
	2	0	165		162	164	160	151	152	153	154	157	155	158	161	159	133	4	135	134							
136		132	131		125	126	130	122	0	124	123	128	129	55													
0		56	58	57	59	60	61	62	3	1	0	39	53	117	119	120	118	76	0	79	116	80	121		77	78	62
2	70	71	68	67	5	66	65	64		138	139	137	141	142	140	149											
	0	148	147	146	103	175	Total Waktu Penyelesaian											1208,38									
Total Waktu Penyelesaian											1208,38																

5. ANALISIS

Dari Tabel 3 hingga 5 menunjukkan penurunan total waktu penyelesaian yang cukup jauh dari metode *Nearest neighbour* yaitu dari 1353,8 Menit menjadi 1372,52 Menit dengan 20 kali generasi dan mengalami penurunan lagi sebesar 1208,38 Menit dengan 500 kali generasi, sehingga dapat menghemat waktu sebesar 145,42 Menit dari solusi awal *Nearest neighbour*. Hal ini membuktikan bahwa *Genetic Algorithm* dapat memberikan solusi optimal untuk permasalahan pendistribusian yang dihadapi PT.Agronesia divisi Es Saripetojo.

Dalam proses operasi *Genetic Algorithm* terjadi penurunan hasil waktu penyelesaian pada tur 1 dan 2 dibandingkan metode *Nearest neighbour*, tetapi pada tur 3 waktu penyelesaian meningkat dibandingkan hasil sebelumnya, hal ini tidak menjadi masalah karena hasil ini sudah memenuhi persyaratan yaitu tidak melebihi waktu perencanaan (*Horison Time*) sebesar 480 Menit untuk setiap tur dan tidak melebihi kapasitas kendaraan sebesar 100 kantong es setiap satu rute perjalanan.

6. KESIMPULAN

1. Pengerjaan untuk mendapatkan solusi terbaik sudah disesuaikan dengan karakteristik permasalahan yaitu *Split Delivery Vehicle Routing Problem*. Solusi awal yang dihasilkan dari metode *Nearest Neighbour* mendapat 3 tur perjalanan pendistribusian.
2. Berikut ini adalah rute yang menjadi usulan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rute Pendistribusian Menggunakan *Genetic Algorithm* 500 Generasi

TUR	Rute	Pelanggan										Waktu Penyelesaian (menit)								
1	1	0	145	150	38	40	41	43	42	44	45	46	47	48	49	50	52	51	39	450,8
	2	0	166	167	168	170	169	173	172	174	1	2	3	163	156	11	13	14	18	
		19	28	15	20	24	21	27	12	25										
	3	0	171	73	74	72	75	54	98	99	100	109	107	113	104	102	101	108	106	
105		114	110	115	112	111	116													
4	0	87	88	89	90	81	82	83	84	85	86	91	92	94	95	93	96	97		
	144	143	138																	
2	1	0	16	29	17	22	10	8	9	37	35	23	32	33	31	34	30	26	36	402,16
	2	0	165	162	164	160	151	152	153	154	157	155	158	161	159	133	4	135	134	
		136	132	131	125	126	130	122												
	3	0	124	123	128	129	55													
4	0	56	58	57	59	60	61	62												
3	1	0	39	53	117	119	120	118	76	0	79	116	80	121	77	78	62	69	355,42	
	2	70	71	68	67	5	66	65	64	138	139	137	141	142	140	149				
		3	0	148	147	146	103	175												
Total Waktu Penyelesaian											1208,38									

3. Terdapat penambahan rute pada tur 2, yang semula terdapat 3 rute setelah dilakukan operasi perhitungan menggunakan *Genetic Algorithm* menjadi 4 rute.
4. Armada yang dibutuhkan dalam mendistribusikan es kristal sebelum dilakukan perhitungan menggunakan metode khusus adalah 5 unit, 4 unit untuk wilayah Kota Bandung dan 1 unit untuk wilayah Kabupaten Bandung. Setelah dilakukan operasi perhitungan dengan *Genetic Algorithm* maka armada yang dibutuhkan hanya 3 unit, sehingga menyisakan 1 unit armada.

REFERENSI

- Haupt, R.L. dan Haupt, S.E. (2004). *Practical Genetic Algorithm*. Second Edition. Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey.
- Siagian Sondang P. (2003). *Manajemen Logistik*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Sarwadi.(1995). Penyelesaian Heuristik pada Masalah *Vehicle Routing* Klasik. *Majalah Ilmiah FMIPA-Undip*. ISSN:0854-0675, Semarang, Indonesia.