

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENENTUAN RUTE PENGIRIMAN BARANG DENGAN METODE ANT COLONY OPTIMIZATION STUDI KASUS: PT. XYZ

Arief S. Gunawan¹⁾, Evasaria M. Sipayung²⁾, Agustinus Wiguno³⁾

¹Departemen Sistem Informasi, Institut Teknologi Harapan Bangsa

Jl. Dipatiukur 80-84, Bandung, 40132

Telp : (022) 2506636, Fax : (022) 2507901

E-mail : arief.ithb.ac.id¹⁾, evasaria@ithb.ac.id²⁾

Abstrak

PT. XYZ merupakan perusahaan distribusi fast moving consumer goods produk makanan dan minuman ringan untuk wilayah pemasaran Bandung Barat. Perusahaan ini seringkali mengalami keterlambatan pengiriman pesanan kepada konsumen. Keterlambatan yang terjadi adalah pengiriman pesanan tiba melewati jam tutup konsumen sehingga menyebabkan pesanan harus dikirimkan kembali di keesokan harinya. Apabila pengiriman pesanan mengalami keterlambatan, maka pesanan tersebut menjadi prioritas pada pengiriman ulang keesokan hari yang dapat menimbulkan penambahan jarak dan kapasitas truk yang tersedia menjadi berkurang. Untuk mengatasi masalah tersebut, sebuah sistem informasi dibuat untuk mengatasi keterlambatan dengan mempertimbangkan faktor lokasi dan jarak. Metode optimasi yang dapat mengakomodasi faktor lokasi dan jarak adalah algoritma Ant Colony Optimization. Penentuan rute dengan metode Ant Colony Optimization akan mempertimbangkan faktor lokasi dan jarak untuk memperoleh total waktu tempuh yang lebih cepat. Berdasarkan penelitian ini, Metode Ant Colony Optimization untuk 30 konsumen dapat mengurangi jumlah keterlambatan menjadi 10%.

Kata kunci: pengiriman, penentuan rute, Ant Colony Optimization (ACO)

Abstract

PT.XYZ is a fast moving consumer goods distribution company which covers the West Bandung area. This company faces a lot of late deliveries to its customers. Late deliveries occurred usually when the goods delivered reached the customer's place after their closing time, thus the goods had to be redelivered the following day. Late deliveries become priorities for the following day deliveries, which become a burden for the day's reduced truck capacity and additional distance. To overcome this problem, an information system is developed to reduce late deliveries by considering the location and distance factors. The optimization method used to overcome this challenge is the Ant Colony Optimization. Route determination of delivery trucks using this method accommodates the trade-off between location and distance to obtain faster lead time. Based on this research, the Ant colony Optimization method used for 30 sample customers could reduce late deliveries by 10%.

Keywords: delivery, route determination, Ant Colony Optimization (ACO)

1. PENDAHULUAN

Industri *Fast Moving Consumer Goods* (FMCG) merupakan industri yang memproduksi barang kebutuhan sehari-hari yang didistribusikan untuk digunakan oleh konsumen [1]. W Group adalah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur produk FMCG di Indonesia. W Group berdiri sejak tahun 1930 dan memproduksi makanan ringan dan minuman dalam kemasan. W Group memiliki PT. XYZ sebagai distributor khusus produk W Group untuk wilayah Bandung Barat. PT. XYZ merupakan kantor cabang W Group yang memasarkan produk kepada grosir, *retailer*, dan *end-customer* yang berada di 23 kecamatan daerah Bandung Barat yang dibagi ke dalam 6 grup wilayah pemasaran. Setiap wilayah pengiriman ditangani oleh satu orang *salesperson*. *Salesperson* dari PT. XYZ melakukan penawaran kepada konsumen dan mencatat pesanan konsumen secara *taking order* yaitu permintaan selama satu hari dicatat dan dikumpulkan terlebih dahulu dan permintaan dikirimkan menuju konsumen pada $H_{order+1}$. Permintaan konsumen akan dikirim menggunakan sebuah truk. Truk tersebut berangkat dari gudang PT. XYZ untuk mengirimkan produk menuju konsumen dan kemudian truk tersebut kembali ke gudang PT. XYZ setelah pengiriman selesai. Tiap truk mengirim ke destinasi yang berbeda karena tiap truk menangani wilayah pengiriman yang berbeda.

Tiap truk pengiriman mengantarkan permintaan konsumen ke lokasi yang berbeda. Pengiriman yang dilakukan setiap hari tidak sama karena pengiriman menyesuaikan dengan pesanan konsumen yang ada dan konsumen yang melakukan permintaan setiap hari berbeda. Lokasi pengiriman setiap harinya berbeda karena konsumen yang melakukan permintaan tidak sama. Selain itu lokasi dari satu konsumen ke konsumen lainnya memiliki jarak yang berbeda-beda. Jumlah permintaan dari konsumen juga tidak menentu karena permintaan pasar terhadap produk juga fluktuatif sehingga berpengaruh terhadap jumlah permintaan yang dilakukan oleh konsumen pada satu kali permintaan. Jam tutup masing-masing konsumen berbeda, terdapat konsumen yang tutup pada siang hari seperti kios di pasar tradisional ataupun konsumen yang tutup pada malam hari seperti toko swalayan. PT. XYZ mengalami kesulitan karena jumlah permintaan mencapai 200 permintaan setiap harinya perlu diantarkan menuju konsumen dan tidak boleh terlambat.

Terdapat banyak konsumen yang melakukan pemesanan dalam satu hari dan lokasi dari masing-masing konsumen belum tentu berdekatan. Truk pengiriman dituntut untuk dapat mengirimkan pesanan konsumen tepat waktu sehingga tidak terjadi keterlambatan. Keterlambatan terjadi adalah apabila barang permintaan konsumen belum tiba di tempat konsumen sehari setelah melakukan permintaan secara *taking order*. Apabila pesanan mengalami keterlambatan, pesanan tersebut harus dijadwalkan sebagai pengiriman pesanan untuk keesokan harinya sehingga mengurangi kapasitas yang dapat digunakan dan prioritas pengiriman mengutamakan pesanan yang terlambat. Pada keadaan saat ini, PT. XYZ mengalami keterlambatan sebanyak 12% dari total pengiriman pengiriman pesanan konsumen, dimana keterlambatan pengiriman tersebut dapat diakibatkan oleh faktor keterbatasan sarana, faktor proses pengiriman seperti karyawan yang mengirimkan pesanan ataupun metode pengiriman yang dilakukan.

Dari penjabaran kondisi bisnis PT. XYZ, terdapat sebuah depot/kantor dan sejumlah kendaraan yang seragam yang tersedia di depot dengan kapasitas yang terbatas untuk mendistribusikan barang ke sejumlah pelanggan. Setiap kendaraan memulai rute perjalanan dari depot dan kembali ke depot setelah melayani pelanggan. Banyaknya permintaan pelanggan yang dilayani oleh setiap kendaraan dibatasi oleh kapasitas kendaraan dan waktu pengiriman. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, *Ant Colony Optimization* dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Vehicle Routing Problem with Time Window* [5]. Algoritma ACO merupakan pendekatan yang lebih baik untuk mencari solusi yang mendekati optimal. Nilai optimal yang digunakan pada algoritma ACO menggunakan bantuan graf atau rumus sehingga nilai optimal dapat diperkirakan dengan cepat dan tepat. Dibandingkan dengan pendekatan-pendekatan lainnya, ACO memiliki keunggulan waktu pemrosesan yang sangat cepat dan kemampuan adaptasi dengan graf yang berubah secara dinamis [2]. Algoritma ACO dapat menghasilkan solusi yang lebih mendekati optimal dibandingkan dengan *Brute-force Search* maupun NNI [3]. Penelitian ini merancang solusi untuk mengirimkan pesanan kepada konsumen tepat waktu dengan metode *Ant Colony*.

2. LANDASAN TEORI

Pada bagian ini membahas teori-teori yang digunakan dalam perancangan sistem informasi penentuan rute pengiriman barang dengan metode ACO.

2.1 *Vehicle Routing Problem* (VRP)

VRP adalah salah satu bentuk permasalahan transportasi yang melibatkan pendistribusian barang maupun orang kepada pelanggan dengan menggunakan kendaraan dan bertujuan untuk meminimasi beberapa tujuan distribusi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menentukan secara optimal jumlah kendaraan yang digunakan serta rute yang harus ditempuh untuk masing-masing kendaraan dalam memenuhi permintaan pelanggan [7]

Tujuan umum dari VRP antara lain adalah:

- Meminimumkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan.
- Meminimalkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen.
- Menyeimbangkan rute-rute dalam hal waktu perjalanan dan muatan kendaraan.

Meminimumkan penalti akibat pelayanan yang kurang memuaskan terhadap konsumen, seperti ketidaksanggupan melayani konsumen secara penuh ataupun keterlambatan pengiriman.

Salah satu variasi VRP adalah *Vehicle Routing Problem with Time Window* (VRP-TW) [5] dimana setiap konsumen mempunyai rentang waktu pelayanan dimana pelayanan harus dilakukan pada rentang *time window* masing-masing konsumen. Tujuan dari VRPTW adalah menentukan sejumlah rute untuk melayani seluruh

konsumen dengan biaya terkecil (dalam hal ini yang dimaksud biaya adalah jarak tempuh) tanpa melanggar kapasitas dan waktu tempuh kendaraan serta batasan waktu yang telah diberikan pelanggan.

2.2 Ant Colony Optimization (ACO)

Algoritma Ant colony Optimization merupakan teknik probabilistik untuk menjawab masalah komputasi yang bisa dikurangi dengan menemukan jalur yang baik dengan graf. ACO pertama kali dikembangkan oleh Marco Dorigo pada tahun 1991. Sesuai dengan nama algoritmanya, ACO diinspirasi oleh koloni semut karena tingkah laku semut yang menarik ketika mencari makanan [6]. Semut-semut menemukan jarak terpendek antara sarang semut dan sumber makanannya. Ketika berjalan dari sumber makanan menuju sarang mereka, semut memberikan tanda dengan zat feromon sehingga akan tercipta jalur feromon. Semut dapat mencium feromon dan ketika mereka memilih jalur mereka, mereka cenderung memilih jalur yang ditandai oleh feromon dengan konsentrasi yang tinggi. Apabila semut telah menemukan jalur yang terpendek maka semut-semut akan terus melalui jalur tersebut. Jalur lain yang ditandai oleh feromon lama akan memudar atau menguap, seiring berjalannya waktu. Jalur-jalur yang pendek akan mempunyai ketebalan feromon dengan probabilitas yang tinggi dan membuat jalur tersebut akan dipilih dan jalur yang panjang akan ditinggalkan. Jalur feromon membuat semut dapat menemukan jalan kembali ke sumber makanan atau sarang mereka.

Aplikasi algoritma semut dalam kehidupan sehari-hari mencakup beberapa persoalan sebagai berikut.

- Traveling Salesman Problem (TSP), yaitu mencari jalur terpendek dalam sebuah graf menggunakan jalur Hamilton.
- Quadratic Assignment Problem (QAP) yang berusaha menempatkan sejumlah sumber n ditempatkan pada sejumlah m lokasi dengan meminimalkan biaya assignment.
- Job-shop Scheduling Problem (JSP), menjadwalkan sejumlah j pekerjaan menggunakan sejumlah m mesin sehingga seluruh pekerjaan diselesaikan dalam waktu yang minimal.
- Vehicle Routing Problem (VRP), pengaturan jalur kendaraan
- Pewarnaan graf

2.3 Algoritma Ant Colony Optimization

Algoritma Ant System [4] adalah sebagai berikut:

Input: ProblemSize, Population_{size}, M , ρ , β , α , q_0

Output: P_{best}

$P_{best} \leftarrow \text{CreateHeuristicSolution}(\text{ProblemSize})$

$P_{best_cost} \leftarrow \text{Cost}(S_h)$

$\text{Pheromone}_{init} \leftarrow 1 / \text{ProblemSize} \times P_{best_cost}$

$\text{Pheromone} \leftarrow \text{InitializePheromone}(\text{Pheromone}_{init})$

While ($\neg \text{StopCondition}()$)

For ($i = 1$ to M)

$S_i \leftarrow \text{ConstructSolution}(\text{Pheromone}, \text{ProblemSize}, \beta, q_0)$

$S_{i_cost} \leftarrow \text{Cost}(S_i)$

If ($S_{i_cost} \leq P_{best_cost}$)

$P_{best_cost} \leftarrow S_{i_cost}$

$P_{best} \leftarrow S_i$

End

$\text{LocalUpdateAndDecayPheromone}(\text{Pheromone } S_i, S_{i_cost}, \alpha)$

End

$\text{GlobalUpdateAndDecayPheromone}(\text{Pheromone}, P_{best}, P_{best_cost}, \rho)$

End

Return(P_{best})

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisis dan Pengolahan Data

Penentuan urutan pengiriman *order* yang digunakan PT. XYZ saat ini berdasarkan jam tutup konsumen. Pada Tabel 2 dari 30 *order* yang dilakukan konsumen maka rute yang didapat adalah: [E – F – G – I – H – K – U – Y – D – B – J – Q – Z – R – AG – S – A – V – AF – AH – AI – C – L – M – N – P – AB – AC – AE – X] tetapi P – AB – AC – AE – X mengalami keterlambatan pengiriman karena perkiraan jam tiba pengiriman melebihi jam tutup dari konsumen. Perhitungan perkiraan jam tiba:

JamTiba pada $N_{i+1} = \text{Jam Tiba}_i + \text{Waktu Loading} + \text{Waktu Tempuh}$

Tabel 1 dengan algoritma ACO mendapatkan pengurutan pengiriman dengan membandingkan jarak yang didapat dari perjalanan agen sehingga memperoleh jarak terpendek sehingga untuk pengiriman order yang sama didapatkan urutan pengiriman order yang berbeda dengan hanya memperhitungkan jam tutup toko. Hasil menggunakan algoritma ini didapatkan 3 konsumen yaitu U, Y, dan Z yang mengalami keterlambatan karena perkiraan jam tiba melebihi jam tutup toko.

Tabel 1 Urutan Pengiriman dengan ACO

Id Cust	Alamat	Jam tutup	Jam tiba
A	Airbus	16:30	09:08
B	Sersan Surip	15:00	09:26
R	Sersan Surip	16:00	09:42
D	Psr. Cibogo	14:00	10:03
E	Psr. Cibogo	12:00	10:19
F	Psr. Cibogo	12:00	10:35
G	Psr. Cibogo	12:00	10:52
H	Gerlong	13:00	11:09
I	Psr. Gerlong	12:30	11:27
J	Sarimadu	15:00	11:45
K	Hegarmanah	13:00	12:05
L	Sersan Sodik	17:00	12:24
M	Cidadap Girang	17:00	12:40
N	Ciumbuleuit	17:00	12:56
O	Hegarmanah	16:00	13:12
P	Karang Tineung	17:00	13:30
Q	Sukamulya	15:00	13:49
R	Sukagalih	15:30	14:07
S	Psr. Sederhana	16:00	14:26
T	Jurang	16:00	14:44
U	Psr. Sederhana	13:00	15:02
V	Sukawarna	16:30	15:25
W	Bima	17:00	15:44
X	Psr. Pamoyanan	17:30	16:01
Y	Pasirkaliki	13:00	16:17
Z	Pasteur	15:00	16:34
AA	Sukawarna	18:00	16:54
AB	Setrasari	17:00	17:15
AC	Neglasari	17:00	17:34
AD	Kapt Abd Hamid	17:00	17:51

Tabel 2 Urutan Pengiriman berdasarkan jam tutup

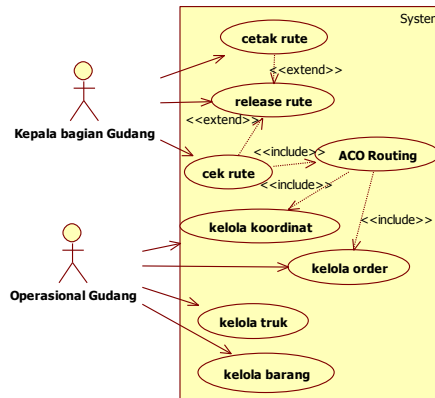
Id Cust	Alamat	Jam tutup	Jam tiba
E	Psr. Cibogo	12:00	08:50
F	Psr. Cibogo	12:00	09:05
G	Psr. Cibogo	12:00	09:20
I	Psr. Gerlong	12:30	09:40
H	Gerlong	13:00	09:56
K	Psr. Sederhana	13:00	10:20
U	Hegarmanah	13:00	10:40
Y	Psr. Pamoyanan	13:00	11:08
D	Psr. Cibogo	14:00	11:30
B	Sarimadu	15:00	11:46
J	Psr. Sederhana	15:00	12:11
Q	Sersan Surip	15:00	12:36
Z	Sukawarna	15:00	13:06
R	Cidadap Girang	15:30	13:38
AG	Karang Tineung	15:30	14:02
S	Sersan Surip	16:00	14:25
A	Air Bus	16:30	14:52
V	Pasirkaliki	16:30	15:17
AF	Setrasari	16:30	15:32
AH	Neglasari	16:30	15:54
AI	Kapt Abd Hamid	16:30	16:14
C	Cibogo	17:00	16:39
L	Sukamulya	17:00	16:58
M	Jurang	17:00	17:20
N	Sukagalih	17:00	17:40
P	Rereongan Sarumpi	17:00	18:07
AB	Cidadap Girang	17:00	18:34
AC	Sersan Sodik	17:00	18:52
AE	Ciumbuleuit	17:00	19:19
X	Pasteur	17:30	19:45

3.2 Perancangan Sistem

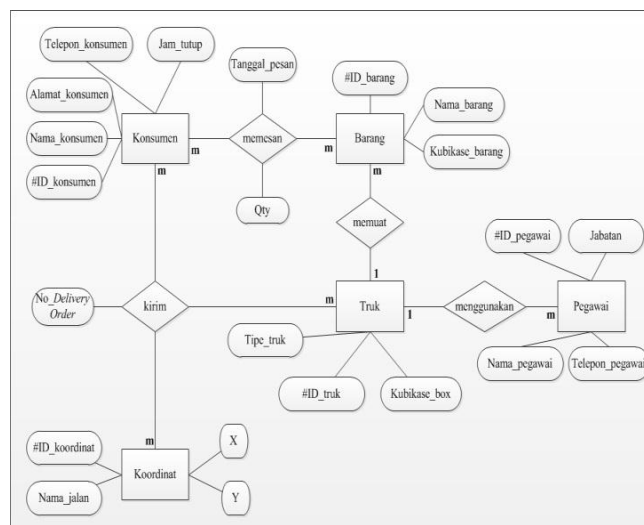
Pengembangan sistem usulan dibutuhkan input berupa data order, data konsumen, dan data jarak. Dari seluruh data yang menjadi *input* bagi sistem akan diproses menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* sehingga menghasilkan *output* berupa rute pengiriman yang memiliki jarak terpendek dan waktu pembuatan rute yang lebih cepat. Dalam memodelkan sistem penentuan rute, pemodelan yang digunakan adalah *Unified Modeling*

Language (UML) yang berorientasi objek. *Use Case Diagram* pada gambar 1 memberikan gambar perancangan aktor pengguna sistem dan *use case* yang ada di dalam sistem.

Pemodelan basis data dalam membuat sistem penentuan rute menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD) seperti pada gambar 2. Entitas yang digunakan dalam penentuan rute dengan metode *Ant Colony Optimization* adalah terdiri dari: data konsumen, data pesanan, data barang, data truk, dan data pengiriman.



Gambar 1. Use Case Sistem Penentuan Rute



Gambar 2. ERD Sistem

Gambar 3. User Interface Input Pesanan

Dengan menggunakan sistem yang telah dirancang, pihak perusahaan dapat melakukan simulasi dan perencanaan pengiriman barang berdasarkan order yang masuk di hari sebelumnya dengan mempertimbangkan jarak dan lama pengiriman, jam buka dan tutup toko tujuan serta kapasitas truk pengiriman. Dengan demikian keterlambatan dapat diminimasi dan *user* dapat dengan fleksibel melakukan perencanaan pengiriman barang.

User Interface dirancang untuk transaksi dasar seperti memasukkan input pesanan seperti dapat dilihat pada gambar 3, dan pengelolaan master data seperti jam buka-tutup serta jarak toko tujuan serta kapasitas truk.

Sistem akan melakukan perhitungan rute terbaik menggunakan ACO dan menampilkannya sebagai daftar rute yang harus diikuti, seperti dapat dilihat pada gambar 4.

ACO SHIPPING ROUTE

New Customer

New Order

Route

Print About Us

Log Out

26/07/2019

ACO SHIPPING ROUTE

Truk 1

Truk 2

Truk 3

Truk 4

Truk 5

Truk 6

Nama Cust.	Nama Jalan	Waktu Bera.	Jam Sampai	Batas Waktu	Total Kubika	Total Berat	Status	Pindah
A_Cust27	Sersan Surip	8:00	8:23	15:00	1.2 m3	0.3 ton	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust34	Pundut	8:33	8:36	19:00	3.0 m3	0.39 ton	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust33	Bukit Jaran	8:46	8:49	18:30	3.2 m3	0.42000000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust26	Rereongan	8:59	9:02	17:00	3.7 m3	0.42000000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust10	Neglasari	9:12	9:14	16:30	4.9 m3	0.49000000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust28	Cidadap Gir.	9:24	9:29	17:00	5.10000000	0.502 ton	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust11	Gegerkalong	9:39	9:41	17:00	5.30000000	0.51 ton	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust13	Pasar Gega	9:51	9:52	12:30	5.60000000	0.513 ton	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust29	Cidadap Gir.	10:02	10:04	15:30	6.10000000	0.516 ton	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust25	Prof Sutami	10:14	10:18	19:00	6.30000000	0.546 ton	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust06	Pasar Cibogo	10:28	10:31	14:00	6.31000000	0.57600000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust02	Sarimadu	10:41	10:42	15:00	6.56000000	0.69000000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust09	Pasar Cibogo	10:52	10:53	12:00	6.76000000	0.83600000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust01	Air Bui	11:03	11:06	16:30	6.76200000	0.83900000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust19	Selasari	11:15	11:19	16:30	6.88200000	0.84200000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust52	Sukawana	11:29	11:35	15:00	7.30200000	0.84500000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust48	Cikapus	11:45	11:48	17:00	7.522 m3	0.88800000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust46	Bima	11:58	12:00	18:00	7.542 m3	0.84100000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust47	Pasar Pam.	12:10	12:12	13:00	7.662 m3	0.98400000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust39	Pasirkalis	12:22	12:23	16:30	7.68199999	0.98700000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust51	Pasteur	12:33	12:35	17:30	7.802 m3	1.01700000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust43	Kebon Kaw.	12:45	12:45	17:00	7.82199999	1.02700000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust23	Sukapah	12:56	13:02	17:00	7.83199999	1.04700000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust16	Pasar Sede.	13:12	13:16	13:00	7.84199999	1.05700000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust20	Jurang	13:26	13:29	17:00	7.85199999	1.06700000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust14	Pasar Sede.	13:39	13:42	15:00	7.90199999	1.07700000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust22	Sukapah	13:52	13:55	17:00	7.96199999	1.10700000	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust18	Sukamulya	14:06	14:09	17:00	8.19199999	1.12 ton	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust24	Karang Tine.	14:19	14:23	15:30	8.31199999	1.433 ton	VALID	<input type="checkbox"/>
A_Cust30	Sersan Surip	14:33	14:38	18:30	8.43199999	1.64800000	KELEBIHAN	<input checked="" type="checkbox"/>

SAVE

PINDAH HARI

PINDAH TRUK

CEK ROUTE

Gambar 4. Hasil Penentuan Rute dengan ACO

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan rute menggunakan metode *Ant Colony Optimization*, dapat ditarik beberapa poin-poin kesimpulan yaitu:

1. Metode *Ant Colony Optimization* mempertimbangkan faktor lokasi untuk memperoleh jarak terdekat antar lokasi dengan mempertimbangkan faktor lokasi tiap konsumen, kedekatan jarak antar lokasi dapat dihitung, kemudian jarak terdekat akan memberikan hasil waktu tempuh antar lokasi dan memperkirakan waktu tiba pengiriman agar tidak melewati batas waktu pengiriman.
2. Pengolahan data menggunakan metode *Ant Colony Optimization* untuk perancangan rute menangani 30 pesanan, metode *Ant Colony Optimization* dapat mengurangi keterlambatan sebesar 10% dari keterlambatan. Hal ini dikarenakan pencarian rute terpendek oleh agen pada metode yang dilakukan berulang-ulang lalu membandingkan nilai yang didapat hingga memperoleh nilai yang paling optimal.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Benckiser, Reckit. 2014. *What is FMCG Industry*. [Online]. Available at: <http://www.about-fmcg.com/What-is-FMCG>. [Accessed 20 Juni 2015].
- [2] Purbandini, Herawatie Dyah, Semiat Rini, 2014. *Pengelompokkan Data Pelanggan PDA Surabaya dengan Algoritma Ant Colony Optimization*. Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia. Surabaya, 22 September 2014. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [3] Gunawan, Maryati Indra, Wibowo Kurniaan Henry, 2012. *Optimasi Penentuan Rute Kendaraan pada sistem Distribusi Barang dengan Ant Colony Optimization*. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2012 (Semantik 2012). Semarang, 23 Juni 2012. ISBN 979-26-0255-0.
- [4] Afrianita, Siska. 2011. "Algoritma Multiple Ant Colony System pada Vehicle Routing Problem With Time Windows". Skripsi Fakultas Matematika, Universitas Indonesia.
- [5] Suprayogi, 2003. *Vehicle Routing Problem-Definations, Variants, and Applications*, Procceding Seminar Nasional Perencanaan Sistem Industri 2003, pp. 209-21.
- [6] Dorigo, Marco and T. Stützle. 2004. *Ant Colony Optimization*, MIT Press.
- [7] Dantzig, G. B and J. H. Ramser. 1959. *The Truck Dispatching Problem*, INFORMS.