

Minimasi Jalur Distribusi di PT. XYZ dengan Metode *Improved Cluster First Route Second*

Agung Chandra*, Bambang Setiawan

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jalan Raya Meruya Selatan No. 01, Kembangan, Jakarta Barat 11650

Article Info

Article history:

Received
18 January 2019

Accepted
3 July 2019

Keywords:

Vehicle routing problem
Cluster first route second
Hybrid
Linier programming

Abstract

Reducing distance in delivery service from distribution center to subsidiaries can be reached through well-managed routing which known as VRP - Vehicle Routing Problem. This study was conducted in a food industry PT. XYZ. Two methods, Cluster First Route Second algorithm and linier programming were used to obtain the minimum distance between distribution center to outlets in Jabodetabek area. The cluster first route second method was improved using linier programming – solver. The improved method shows 774.18 kilometer is better than Cluster First Route Second, 832.19 kilometer which is 6.97% shortened.

1. PENDAHULUAN

Produk yang dihasilkan oleh perusahaan manufaktur agar bisa sampai ke pelanggan, tentunya perlu didistribusi baik itu langsung dari manufaktur ke pelanggan ataupun tidak langsung, dari manufaktur ke distributor. Bentuk pendistribusian barang juga bisa terjadi dari distributor ke pelanggan. Apapun bentuk distribusinya buat perusahaan, maka hal yang terpenting adalah distribusi tersebut bisa menghasilkan biaya terendah. Dari berbagai alasan diatas, distribusi memegang peranan penting sebagai konektor antara perusahaan dengan pelanggan. Pendistribusian bisa dilakukan dengan berbagai media yakni motor, truk, kereta api, kapal terbang, kapal laut. Pendistribusian produk atau barang bisa dilakukan sendiri oleh internal perusahaan dan bisa juga dilakukan dengan menggunakan jasa eksternal perusahaan atau dikenal dengan *3PL – Third Party Logistics*. Apapun yang dipilih nantinya harus bisa menghasilkan servis yang terbaik untuk pelanggan.

Routing perjalanan yang digunakan untuk mendistribusikan produk memiliki berbagai variasi dari satu titik ke titik lainnya. Pertanyaannya adalah “Bagaimana menentukan routing perjalanan dengan biaya yang rendah dan routing yang optimal?” Dalam pelaksanaan distribusi barang, maka perlu diperhitungkan jarak yang ditempuh oleh truk ekspedisi.

Metode yang digunakan untuk mengoptimalkan jalur perjalanan dikenal juga dengan *VRP – Vehicle Routing Problem*. Metode *Vehicle Routing Problem (VRP)* pertama kali diperkenalkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959. Metode ini banyak digunakan untuk mendapatkan jarak terpendek pada saat pendistribusian barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Distribusi barang merupakan bagian dari manajemen rantai pasok (*supply chain management*). Salah satu metode yang digunakan adalah *Linear Programming - LP* yang merupakan teknik optimasi. Metode ini bisa diselesaikan dengan spreadsheet (Rasmussen, 2008) melalui *Solver Microsoft Excel* sehingga memungkinkan untuk orang yang belum memiliki kemampuan tinggi dalam membuat bahasa program. Teknik ini nantinya akan memberikan routing yang optimal sehingga jarak tempuh yang dihasilkan adalah yang paling minimal, dengan demikian penggunaan bahan bakar menjadi lebih efisien dan mengurangi gas CO₂. Pengurangan bahan bakar akan membawa dampak pengurangan penggunaan sumber daya energy yang semakin lama semakin berkurang persediaan di dunia ini, sedangkan pengurangan gas CO₂ akan membawa dampak polusi di lingkungan sekitar kita (Dukic *et al.*, 2010). Dengan dasar inilah, metode matematis perlu diaplikasikan untuk mendukung pencarian jarak yang minimal guna tercapainya program pengurangan bahan bakar dan lingkungan yang lebih hijau.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang makanan, dan setiap harinya

*Corresponding author. Agung Chandra
Email address: agung.chandra@mercubuana.ac.id

produk tersebut didistribusikan ke berbagai titik cabang yang tersebar. Penelitian ini dilakukan di PT.XYZ bertujuan untuk menghasilkan jarak tempuh yang paling minimal dengan metode *Cluster First Route Second* yang diperbaiki dengan *Solver Linear Programming*.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Cluster First Route Second

Metode ini digunakan untuk menyederhanakan permasalahan dan membentuk kelompok atau grup sehingga titik-titik tujuan bisa dikelompokkan dengan demikian kalkulasi akan menjadi lebih sederhana dan cepat (Caplice, 2006). Pada penelitian ini, titik tujuan akan dikelompokkan berdasarkan kedekatan lokasi. Untuk melakukan pengelompokan (cluster), langkah – langkahnya sebagai berikut:

1. Mengelompokkan titik / *customer*:
 - a. mengkonversi titik kordinat ke dalam lokasi polar radian. Pada excel bisa menggunakan rumus:

$$\text{Theta} = \text{MOD}(\text{degree}(\text{ATAN2}(\text{Xcustomer} - \text{Xdepot}, \text{Ycustomer} - \text{Ydepot})), 360)$$
 - b. memulai proses *sweeping* dengan menyortir theta secara urutan
2. Perbaiki urutan *route* dengan *Solver Microsoft Excel – Linear Programming*

2.2 Optimasi dengan linier programming

Menurut Chandrakantha (2011) model matematis merupakan model yang bisa mewakili situasi dan model tersebut memiliki komponen:

- a. Variabel keputusan: keputusan suatu masalah diwakili oleh simbol seperti $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$. Dan variabel ini mewakili jumlah yang belum diketahui.
- b. Fungsi Objektif: tujuan permasalahan dinyatakan sebagai ekspresi matematis dalam variabel keputusan. Objektif bisa memaksimalkan profit, meminimalkan biaya, jarak, waktu dan sebagainya
- c. Hambatan / Constraint: keterbatasan persyaratan masalah diekspresikan sebagai ketidaksamaan atau persamaan dalam variabel keputusan

Jika suatu model terdiri dari fungsi objektif linear dan hambatan linear dalam variable keputusan maka disebut dengan model *linear programming*. Model *nonlinear programming* terdiri dari fungsi objektif nonlinear dan hambatan nonlinear. *Linear programming* merupakan teknik yang digunakan untuk menyelesaikan suatu model dengan fungsi objektif linear dan hambatan linear. Teknik ini bisa digunakan untuk menyelesaikan 2 atau lebih dimensi.

$$\begin{aligned} \min z &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ & u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1, \quad 2 \leq i \neq j \leq n \\ & x_{ij} = 0, 1, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \\ & u_i \geq 0, \quad i = 2, 3, \dots, n \end{aligned}$$

2.3 Objek penelitian dan asumsi

Yang menjadi objek penelitian di sini adalah kordinat dan beban jalur distribusi dari distribution center ke outlet agar bisa diselesaikan dengan metode *Cluster First Route Second* dan diperbaiki dengan *Linear Programming – Solver Microsoft Excel* untuk mendapatkan jarak yang paling minimal.

Asumsi penelitian di sini adalah:

- Jarak dari titik $x_{i,j}$ ke titik $x_{j,i}$ sama jauhnya dengan titik $x_{j,i}$ ke titik $x_{i,j}$, sehingga dikenal istilah *symmetric traveling salesman problem*
- Jarak dihitung dengan *Euclidean metric*
- Setiap titik hanya dilalui satu kali
- Truk akan selalu berangkat dari depot / distribution center ke setiap titik dan akan kembali ke depot / distribution center – *closed loop traveling salesman problem*

2.4 Perangkat lunak yang digunakan

Perangkat lunak yang digunakan adalah *Spreadsheet Microsoft Excel* yang merupakan *Linear Programming – Excel Solver All Different Constraint and Evolutionary Method*. Sebagian besar paket spreadsheet terdapat alat optimasi yang dikenal dengan Solver. Keunggulan dari model spreadsheet dan solver dalam menyelesaikan masalah optimasi adalah kemudahan (Erdogan, 2017; Vasilev, 2016) untuk mahasiswa yang tidak memiliki latar belakang matematika. Pada penelitian ini yang digunakan adalah *Classic solver*. *Classic solver* (Excel Solver, 2015) memberikan peluang besar untuk mengilustrasikan kegunaan *Alldifferent Constraint* dan *Evolutionary Solver*. *Alldifferent constraint* digunakan untuk memastikan *salesman* mengunjungi setiap pelanggan hanya satu kali. *Evolutionary method* digunakan karena jalur matematis yang mengarah tujuan berisi *Excel Index Lookup Function – discontinuous function*. *Evolutionary Method* harus digunakan jika jalur matematis untuk tujuan (*objective*) terdapat formula *non-smooth* atau *discontinuous formula*. Fungsi *Non-smooth* adalah MIN, MAX, ABS. Fungsi *discontinuous excel* adalah

INDEX, HLOOKUP, VLOOKUP, LOOKUP, INT, ROUND, COUNT, CEILING, FLOOR, IF, CHOOSE, NOT AND, OR, GREATER THAN, LESS THAN, EQUAL TO

2.4 Kerangka kerja untuk jalur distribusi terpendek

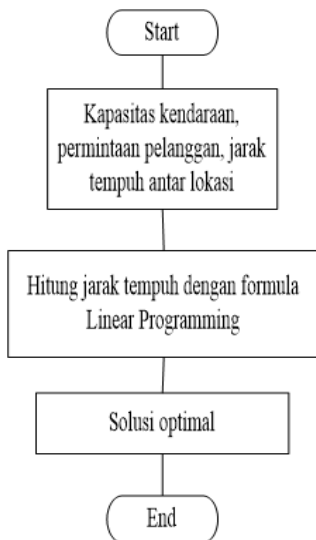
Untuk mendapatkan jalur distribusi yang terpendek, dilakukan langkah seperti kerangka kerja (*framework*) penelitian pada Gambar 1. Dari Gambar 1, volume kendaraan yang akan dibawa (muatan), permintaan pelanggan dan jarak tempuh dari tempat kendaraan itu berada ke tempat pelanggan. Jarak antar titik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

dimana x dan y adalah titik kordinat outlet tersebut. Untuk kapasitas setiap kendaraan adalah 5.5 meter kubik. Seluruh permintaan (*demand = D*) dalam satuan meter kubik.

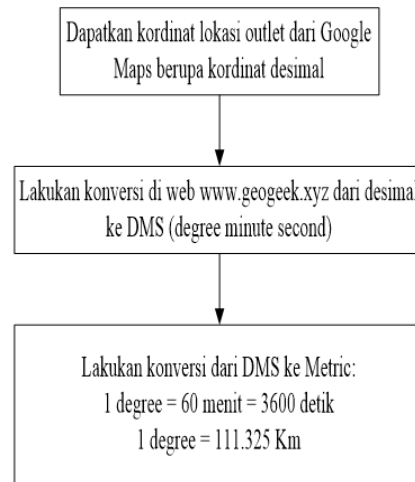
$$D_1 + D_2 + D_3 + \dots D_n \leq 5.5$$

Jika total permintaan melebihi 5.5 meter kubik maka harus masuk ke kendaraan berikutnya. Kemudian variabel itu dimasukkan ke dalam program *linear programming - Solver Excel* sehingga akan dihasilkan jarak tempuh dan volume (muatan) yang optimal.



Gambar 1. Kerangka penelitian untuk jalur terpendek.

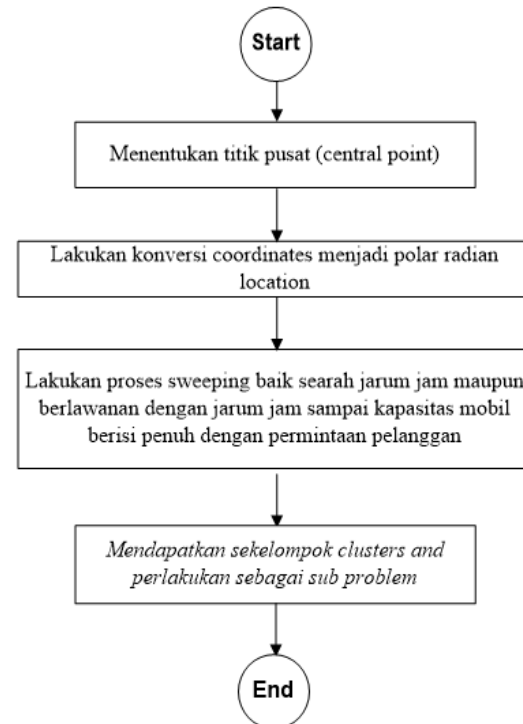
Untuk alur konversi dari *decimal degree* ke DMS dan kilometer disajikan pada Gambar 2. Kordinat titik dari google maps berupa kordinat desimal yang menunjukkan posisi latitude dan longitude. *Positive latitude* adalah bagian utara equator, sedangkan *negative latitude* adalah bagian selatan equator. *Positive longitude* adalah bagian timur *prime meridian* dan *negative longitude* adalah bagian barat *prime meridian*.



Gambar 2. Konversi dari *decimal degree* ke DMS dan kilometer

2.5 Algoritma Cluster First, Route Second Method – Sweeping Process

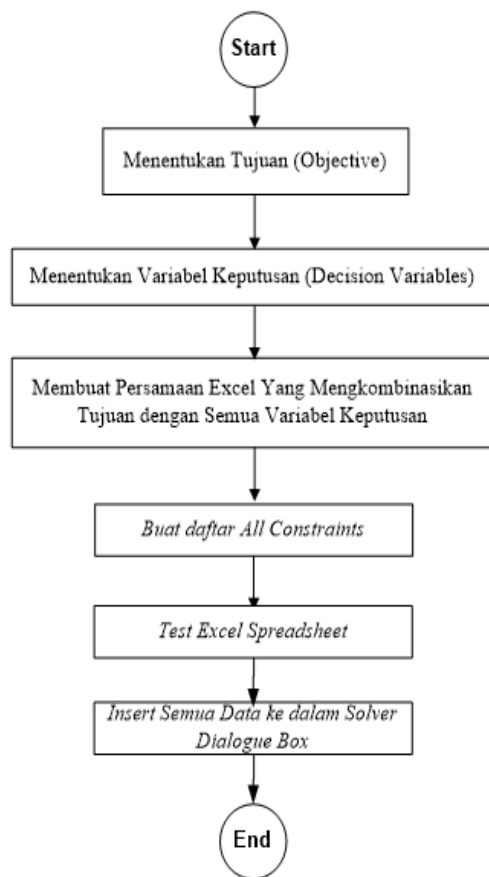
Sebelum melakukan optimasi permasalahan, maka dilakukan penyederhanaan permasalahan dengan menggunakan algoritma *Cluster first, Route second method*, atau dikenal juga dengan proses *sweeping* (Wibowo, 2017) seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Algoritma Sweeping

2.6 Langkah-langkah *problem solving*

Langkah pertama tentunya menetapkan tujuan, yang tentu saja dalam hal ini adalah MIN, yang tak lain adalah meminimalkan jarak tempuh. Langkah kedua adalah menentukan variabel keputusan yaitu mengunjungi tempat – tempat yang akan dikunjungi yang nantinya akan menghasilkan jalur terpendeknya. Langkah ketiga adalah membuat persamaan – persamaan yang mengkombinasikan tujuan dengan semua variabel keputusan. Kemudian langkah selanjutnya barulah menghitung jarak antar tempat yang dikunjungi dengan tempat yang dikunjungi sebelumnya. Langkah kelima adalah membuat daftar semua hambatan (*constraint*), lalu menguji spreadsheet dan langkah yang terakhir adalah memasukkan ke dalam kotak dialog.



Gambar 4.
Solver Problem Solving Linear Programming

Berdasarkan Gambar 4, ada enam langkah yang dilakukan sebagai berikut:

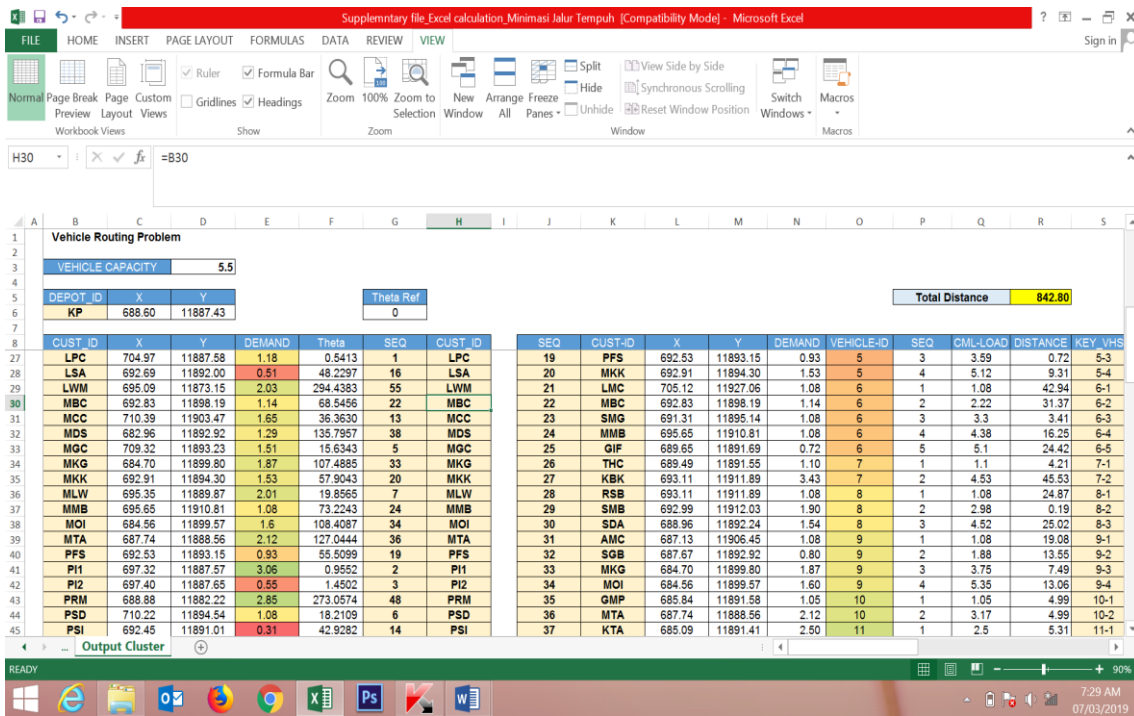
- Langkah ke-1: Tujuan dari penggunaan *Excel Solver* adalah untuk meminimalkan total jarak yang ditempuh diantara seluruh destinasi
- Langkah ke-2: Menentukan Variabel Keputusan: destinasi yang ada dalam excel solver tidak dikodekan berdasarkan nama destinasi tapi berdasarkan baris.

- Langkah ke-3: Membuat persamaan Excel yang mengkombinasikan tujuan semua variabel keputusan
- Langkah ke-4: Buat daftar semua all constraint, dimana dalam kasus ini, destinasi yang dikunjungi hanya boleh satu kali saja, dan yang dibutuhkan adalah tiap destinasi hanya boleh tercantum satu kali dan tanpa pengulangan
- Langkah ke-5: Menguji formula di Excel Spreadsheet: bisa diuji dengan nilai integer dalam cell variable keputusan. Nama dan jarak diantara destinasi harus sama dengan nilai integer variable keputusan yang baru yang mengacu pada baris berbeda
- Langkah ke-6: masukkan semua data ke dalam *Solver Dialogue Box*.

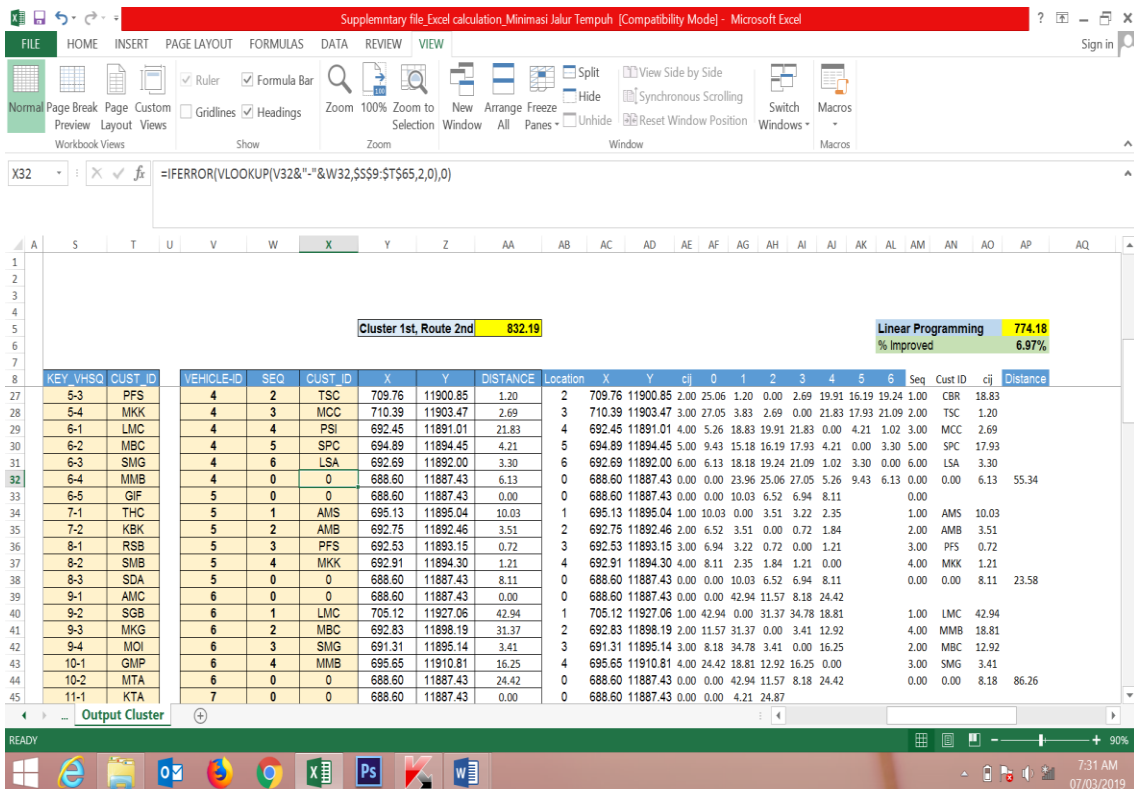
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah menerapkan metode cluster first route second berdasarkan titik kordinat dan kapasitas kendaraan, dimana yang menjadi depot adalah outlet KP maka didapatkan urutan seperti pada Gambar 5. Gambar 5 menyajikan hasil proses pengelompokkan awal dengan jarak 842.8 KM. Dengan menggunakan metode *Cluster First, Route Second – Sweeping*, jarak yang dihasilkan adalah 832.19 kilometer seperti yang terlihat pada Gambar 6. Hasil ini lebih baik dibandingkan dari hasil awal yakni 842.8 kilometer (Gambar 5). Hasil *cluster first route second* bisa menghasilkan jarak lebih pendek sebesar 1.26%.

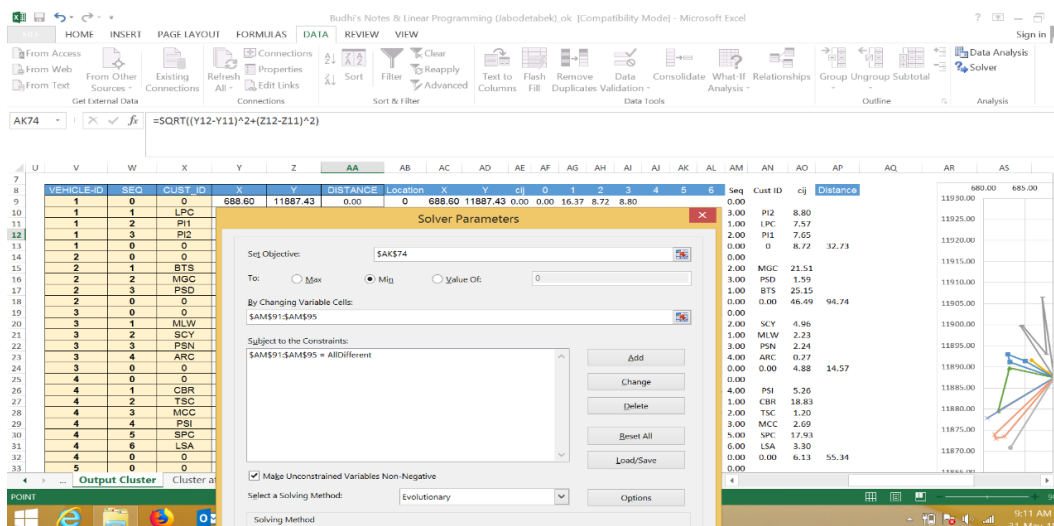
Setelah proses *sweeping*, maka dilanjutkan dengan mengkombinasikan teknik optimasi *Linear Programming – Excel Solver Alldifferent, Evolutionary Method*, dan menghasilkan jarak sejauh 774.18 kilometer. Efisiensi jarak tempuh yang diperoleh dengan mengkombinasikan *Linear Programming* adalah sebesar 6,97%, sehingga bisa dikatakan bahwa metode *Cluster First, Route Second* yang dikombinasikan dengan *Linear Programming – Excel Solver* lebih efisien dibandingkan dengan metode *Cluster First, Route Second* saja. Sebagai ilustrasi proses optimasi kombinasi *Cluster First, Route Second* dengan *Linear Programming Excel Solver* bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 5.
Hasil proses pengelompokkan awal dengan jarak 842.8 KM



Gambar 6.
Hasil aplikasi metode *Cluster First Route Second* dengan jarak 832.19 KM



Gambar 7.
Kotak dialog *Excel Solver Linear Programming*

Teknik *cluster first route second* merupakan metode optimasi heuristics Dengan demikian penggunaan *linear programming* sebagai optimasi dan dikombinasikan dengan metode *Cluster First Route Second* menghasilkan jarak yang lebih pendek. Namun pada saat ini, permasalahan pencarian jarak terpendek tidak hanya terbatas dari 57 titik tujuan saja, tapi sudah melebihi 100 titik. Dengan *standard solver* tentunya lebih banyak menghabiskan waktu untuk menyelesaikan permasalahan yang semakin kompleks, sehingga dibutuhkan metode yang lebih modern yakni metaheuristics. Oleh karena itu, untuk penelitian berikutnya perlu dibandingkan dengan teknik yang lebih modern yakni *metaheuristics*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Teknik *Linear Programming – Excel Solver Alldifferent* yang dikombinasikan dengan metode *Cluster First Route Second* menghasilkan jarak tempuh 774,18 kilometer yang lebih pendek sebesar 6.97% dibandingkan dengan metode *Cluster First, Route Second* itu sendiri 832,19 kilometer. Untuk penelitian berikut, perlu dibandingkan dengan metode *vehicle routing problem* yakni *metaheuristics* lainnya agar bisa mengetahui metode mana yang paling efisien dan mudah digunakan baik untuk mahasiswa/i maupun untuk praktisi.

5. REFERENCES

- Boussaid, I., Lepagnot, J. & Siarry, P. 2013. A Survey On Optimization Metaheuristics. *Information Sciences* 237: 82-117.
- Caplice, C. 2006. *Transportation Management: Vehicle Routing*. Massachusetts, USA: MIT Center for Transportation and Logistics.
- Chandra, A., & Setiawan, B. (2018). Minimasi Jalur Distribusi Dengan Metode Linear Programming. *Laporan Penelitian Internal* (tidak dipublikasikan) Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Chandranatha, L. 2011. Using Excel Solver in Optimization Problems. *White Paper*. CUNY: Mathematics and Computer Science Department.
- Erdogan, G. 2017. An Open Source Spreadsheet Solver for Vehicle Routing Problem. *Journal of Computer and Operations Research*, 84: 62-72.
- Jiang, C. 2010. A Reliable Solver of Euclidean Traveling Salesman Problems with Microsoft Excel Add-in Tools for Small-size Systems. *Journal of Software*. 5 (7).
- Marinakos, Y., & Migdalas, A. 2007. Annotated Bibliography in Vehicle Routing. *Operational Research: An International Journal*, 7(1): 27-46.
- Rasmussen, R. 2011. TSP in Spreadsheets – A Guided Tour. *International Review of Economics Education*, 10 (1): 94-116.
- Sadegheih, A., Drake, P.R. 1994. Network Optimization Using Linear Programming and Genetic Algorithm.. (www.wseas.us/conferences/crete2001/paper). Diakses November 2018
- Setiawan, B., & Chandra, A. 2016. Analisis Jarak Tempuh Dengan Menggunakan Metode Routing di PT. GMS. *Laporan Penelitian Internal* (tidak dipublikasikan). Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Vasilev, J. 2016. Solving the Travelling Salesman Problem With The Alldifferent Constraint in MS Excel. *Conference Paper at 5th International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education (ICAICTSEE)*, Juli 2016, Sofia, Bulgaria.
- Wibowo, B. 2017. Part II – Solving Vehicle Routing Problem with Excel. (<http://budhiwibowo.wordpress.com/2016/03/13/solving-vehicle-routng-problem-with-excel>). Diakses 7 Desember 2018.