UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Peningkatan permintaan akan barang kebutuhan masyarakat, peningkatan jumlah gerai toko ritel, serta adanya tantangan proses distribusi terhadap industri ritel akan mempengaruhi jaringan *city logistic* di Indonesia. Penelitian ini termasuk dalam penelitian besar *city logistic* Yogyakarta, dimana secara khusus Peneliti mencoba menganalisis bagaimana penentuan rute optimal pada permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) kendaraan distribusi toko ritel untuk komoditas beras, minyak goreng, dan gula pasir di Kota Yogyakarta dan sekitarnya sehingga pemecahan kasus VRP ini dapat diterapkan didalam suatu sistem *city logistic*. Rute dikatakan optimal apabila rute telah mengoptimalkan faktor waktu tempuh dan kapasitas kendaraan pengantar.

Penelitian ini menggunakan metode metaheuristik *Simulated Annealing* (SA) dan metode *Genetic Algorithm* (GA) sebagai metode pembanding, dengan data set toko ritel Yogyakarta yang berlingkup pada kota Yogyakarta sampai Kecamatan Delanggu. Tahapan penelitian yaitu studi literatur, pengumpulan data, pemetaan koordinat dan pembuatan matriks waktu data, lalu pembangunan model SA dan GA menggunakan Matlab, serta verifikasi dengan membandingkan hasil SA dan GA dengan hasil metode eksak. Penentuan parameter SA dan GA dilakukan dengan *Design Of Experiment* (DOE). Rute optimal diperoleh dengan menjalankan model SA dengan parameter yang sudah didapatkan. Rute optimal lalu dipetakan pada peta menggunakan *Google Maps.* Hasil metode SA dibandingkan dengan metode GA dari faktor waktu tempuh rute optimal yang dihasilkan serta waktu komputasi yang dibutuhkan model untuk mencapai rute optimal kedua data dibandingkan menggunakan uji hipotesis *t-test*.

Metode SA tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan dengan metode GA dari sisi waktu tempuh rute optimal yang dihasilkan. Kemampuan metode SA untuk keluar dari solusi optimum lokal tidak membuat metode SA menghasilkan waktu tempuh yang lebih baik secara signifikan. Pada sisi tahapan dan *pseudo-code,* metode SA memiliki algoritma metropolis didalam iterasi SA dan 3 tipe transformasi. *Pseudo-code* GA memiliki tahapan mutasi dan kawin silang yang langsung berada pada tahapan dasar metode tersebut sehingga metode ini memiliki *pseudo-code* yang lebih sederhana. Ketika dilihat dari sisi waktu komputasi masing – masing metode, uji hipotesis *t-test* menunjukkan bahwa metode SA memiliki waktu komputasi yang berbeda secara signifikan dibandingkan dengan metode GA.

Kata kunci : VRP, Rute Optimal, Bahan Pokok, Toko Ritel, *Genetic Algortihm, Simulated Annealing*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The increasing of demand and number of retail stores coupled with the challenges of distribution process in retail industries give several impacts to city logistic network in Indonesia. This research is included in the research of Yogyakarta city logistic system, which particularly analysing how the optimal distribution routes of vehicle routing problem (VRP) for basic commodities (oil, rice, and sugar) are in Yogyakarta city and its surrounding. Optimal routes are defined on the optimization of time and vehicle capacity.

Metaheuristik Simulated Annealing (SA) method will be used in this research, and the Genetic Algorithm (GA) method as a comparation method, with data set of Yogyakarta which is included retail stores data in Yogyakarta until Delanggu regency. Several procedures of the research are literature review, data gathering, coordinats plotting and time matrix initiation, building SA and GA method pseudeo-codes using Matlab, and verification by approaching to exact method. Parameters of SA and GA are determined using Design of Experiment (DOE) method. Optimal distribution routes are figured by running the SA pseudo-code model with the parameters defined.

The Procedures of SA consists of initial route initiation, defining initial temperature and cooling rate. Initial route will be transformed using one of 3 transformation types, and will defines its energy. Wether the energy will be accepted or not will be dependending on the metropolis criterion. After 100 iterations, process will be repeated until 10.000 iterations. This process is replicated 20 times and the best energy will be taken as the result. Both methods will be analysed on the aspect of time per route and computation time using the t-test hypothesis test.

SA methods does not give result of time per route with significant difference compared to GA methods. The ability of SA method to jump off from the local optima solution does not make the method producing significantly better solution. On the side of stepsand pseudocodes, SA methods has the metropolis algorithm inside the SA iterations and 3 types of trasnformations which has to be done. GA's pseudo-codes has mutation and crossover step which are basically inside the general method of GA itself, making the method has a more simple pseudo-code than SA. When we look at the computation time of both methods, the t-test hypothesis test shows that SA methods has a compotation time with a significant difference from GA methods.

Keywords : VRP, Optimal routes, basic commodities, retail stores, genetic algorithm, simulated annealing

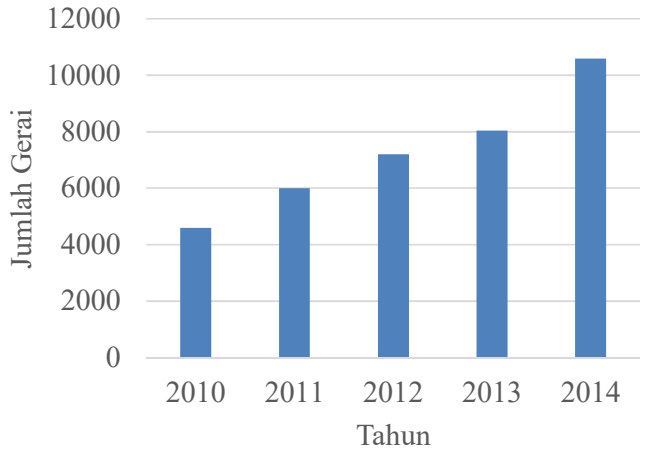
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh perusahaan Nielsen setiap tahunnya mengenai *Consumer Confidence Index* (Indeks Kepercayaan Konsumen) menunjukkan bahwa Indonesia menempati urutan ke-2 tertingi dari 60 negara di dunia pada kuartal ke empat tahun 2014. Hal ini menunjukkan bahwa konsumen Indonesia memiliki keinginan dan kemampuan untuk berbelanja lebih tinggi dari 58 negara lain. Menurut Nielsen (2014), tingginya IKK Indonesia berbanding lurus dengan tingkat optimisme usaha ritel, terutama perusahaan bidang ritel yang menjadi pasar utama

Bank Mandiri (2013) menyatakan meningkatnya *demand* (permintaan) industri ritel di Indonesia selain karena faktor tingginya IKK tersebut, didorong juga oleh beberapa faktor lain seperti meningkatnya pendapatan masyarakat, pertumbuhan masyarakat yang pesat, urbanisasi serta pertumbuhan properti komersial. Gambar 1.1 menunjukkan adanya tren peningkatan jumlah gerai sebuah perusahaan ritel di Indonesia dari tahun 2010 hingga 2014.



Gambar 1.1 Jumlah Gerai Perusahaan Ritel Indomaret di Indonesia (Iskana, 2015)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Satu hal signifikan yang membedakan perusahaan *Fast Moving Consumer Goods* (FMCG) adalah tingkat efisiensi distribusi barang. Chadha (2013) menyampaikan bahwa apabila sebuah perusahaan tidak memiliki stok barang yang tepat, di tempat yang benar, dengan harga yang sesuai, memberi arti bahwa perusahaan tersebut tidak dapat memenangkan *market share.* Sistem distribusi yang digunakan oleh perusahaan-perusahaan FMCG di Asia Pasifik terutama Indonesia, India, dan Malaysia dengan pasar yang besar dan kompleks, memiliki sejumlah tantangan. Negara - negara ini memiliki sistem standarisasi distribusi yang masih belum jelas serta lingkungan kliring yang berbeda – beda yang membuat sistem distribusi diliputi beberapa masalah (Chadha, 2013).

Adanya penentuan sistem distribusi yaitu pada rute distribusi optimal akan mendukung penyeimbangan kepentingan perusahaan atau *private sector* dari sisi efisiensi distribusi, dengan kepentingan pemerintah dari sisi minimasi emisi CO_2 melalui kendaraan distribusi sesuai dengan konsep *city logistic* (Taniguchi, 2000).

Beberapa penelitian pada penelitian besar *city logistic* Yogyakarta telah menghasilkan rute distribusi optimal dari permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) sebuah data set Yogyakarta yang berisi letak dan data permintaan toko ritel – toko ritel yang ada. Penelitian – penelitian tersebut menggunakan metode metaheuristik yang berbeda – beda yaitu *Genetic Algorithm* (GA) dan *Particle Swam Optimization* (Iswari, 2015), serta *Ant Colony Optimization* (Mamboyng, 2015), dengan hasil yang bervariasi.

Selain ketiga metode tersebut terdapat satu metode metaheuristik lain untuk menentukan rute distribusi optimal yaitu *Simulated Annealing* (SA). Metode SA memiliki kelebihan mampu menghindari solusi optimum lokal dengan cara menemukan solusi secara acak pada jarak tertentu, sehingga solusi yang dihasilkan tidak terjebak pada solusi optimum lokal. (Savitri, 2009). Metode SA termasuk ke dalam metode metaheuristik yang kuat dan serbaguna sehingga mudah untuk dikembangkan dan diimplementasikan (Wang *et al,* 2015).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

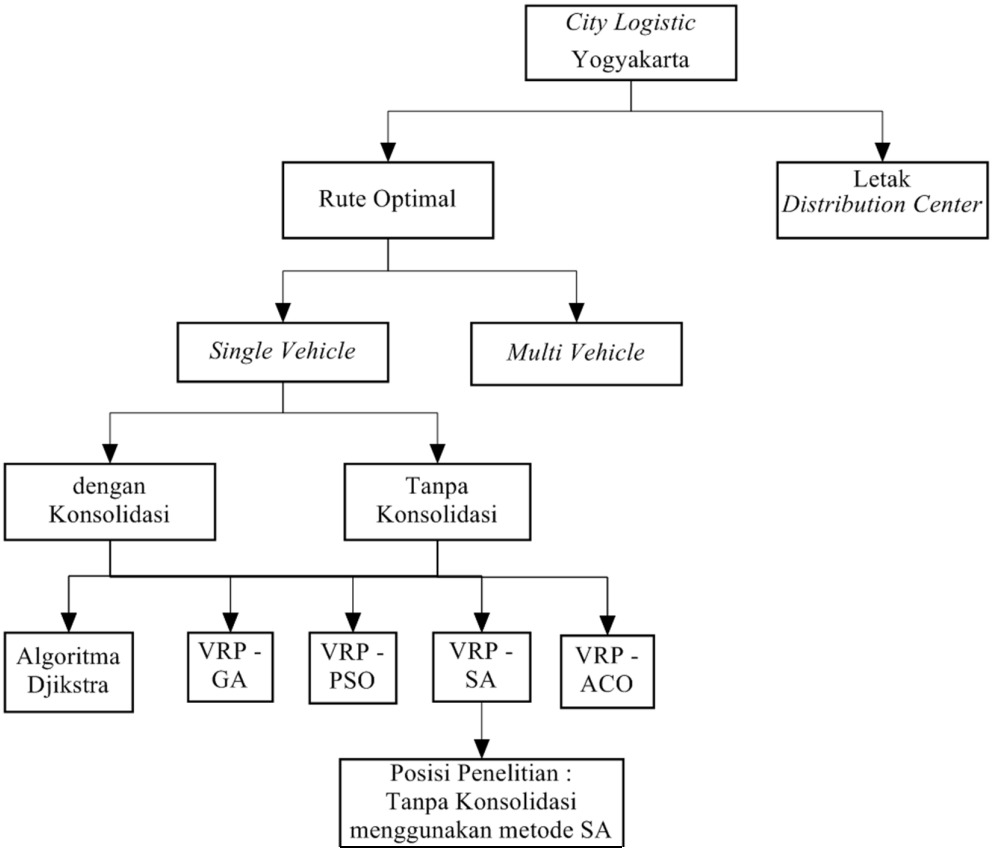
Penelitian ini termasuk dalam penelitian besar *city logistic* Yogyakarta dan dibuat untuk memenuhi kebutuhan teoritis mengenai seberapa baik rute distribusi optimal dari permasalahan VRP data set Yogyakarta apabila menerapkan metode metaheuristik SA. Indikator apakah metode SA dapat dikatakan baik akan dilihat dari perbandingan hasil metode tersebut dengan hasil dari metode lain yaitu GA.

Penelitian ini akan menggunakan data set Yogyakarta untuk pembuatan model dan penentuan rute optimal. Komoditas barang yang digunakan akan diambil dari komoditas 9 bahan pokok di Indonesia, mengingat 9 bahan pokok tersebut termasuk kedalam komoditas yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat, serta menjadi barang yang menjadi sumber pengeluaran rumah tangga yang tinggi. (Kajian Peta Distribusi Bahan Pokok, Disperindagkop dan UKM DIY, 2013)

Selain itu juga untuk mendukung Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Pemerintah Daerah DIY bahwa distribusi bahan pokok di Yogyakarta harus dilaksanakan dengan baik demi memenuhi kebutuhan masyarakat (BKPP DIY, 2013). Peneliti menggunakan tiga komoditas yang berada pada tiga posisi paling atas yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia menurut Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2010-2014 yaitu beras, gula pasir, serta minyak goreng.

Berikut pada Gambar 1.2 merupakan posisi penelitian ini dalam penelitian besar *city logistic* Yogyakarta.

ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 1.2 Posisi Penelitian pada Penelitian Besar *City Logistic* Yogyakarta

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, berikut merupakan rumusan masalah yang diperoleh :

1. Bagaimana pembangunan model penentuan rute optimal untuk sistem distribusi logistik bahan pokok bagi toko ritel di Kota Yogyakarta dan sekitarnya dengan metode SA dan GA?
2. Bagaimana rute optimal untuk sistem distribusi logistik bahan pokok bagi toko ritel di Kota Yogyakarta dan sekitarnya dengan metode SA dan GA dengan pertimbangan waktu tempuh dan kapasitas truk?
3. Bagaimana perbandingan antara metode SA dan GA dilihat dari hasil rute optimal, jumlah truk, dan lama waktu komputasi untuk mencapai rute optimal?

ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.3. Asumsi dan Batasan Masalah

Asumsi dan batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan permintaan 3 komoditas bahan pokok yaitu beras, minyak goreng, dan gula pasir sebagai data.
2. Lingkup lokasi penelitian ada di Kota Yogyakarta dan sekitarnya.
3. Rute yang akan ditentukan merupakan rute pengiriman 3 komoditas dari *dstribution center* (DC) data set Yogyakarta menuju toko ritel di Kota Yogyakarta dan sekitarnya.
4. Waktu distribusi komoditas dari DC ke semua toko ritel adalah dari pk 06.00 – 21.00
5. Satu truk melakukan 1 kali perjalanan dalam satu hari untuk memenuhi data set Yogyakarta, selebihnya dianggap memenuhi toko ritel lain diluar data set Yogyakarta.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat model penentuan rute optimal distribusi dengan menggunakan metode SA dan GA.
2. Mengetahui rute optimal untuk distribusi bahan pokok ke toko ritel di Kota Yogyakarta dan sekitarnya berdasarkan metode SA dan GA dengan mempertimbangkan waktu tempuh dan kapasitas truk.
3. Mengetahui perbandingan hasil dari metode SA dengan metode GA dari sisi waktu tempuh, jumlah truk, dan waktu komputasi untuk mencapai rute optimal.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah ditemukannya rute optimal untuk pendistribusian 3 komoditas bahan pokok : beras, gula, dan minyak goreng ke toko ritel di Kota Yogyakarta dan sekitarnya.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

City logistic telah memainkan peran penting dalam menciptakan efisiensi, lingkungan transportasi angkutan perkotaan yang ramah dan sistem yang aman. Taniguchi *et al.* (2014) dalam hasil penelitiannya yang telah diterapkan dan diuji di daerah perkotaan dari kota di seluruh dunia, untuk mencapai tujuan logistik perkotaan yaitu mobilitas, keberlanjutan, dan *liveability*. Hasil penelitiannya menjadi tren inovatif teknik pemodelan untuk *city logistic.*

Crainic (2009) telah menunjukkan bahwa *city logistic* memainkan peran yang besar dalam kegiatan ekonomi dan sosial yang terjadi di daerah perkotaan. Penelitian lain juga telah dilaporkan dengan hasil yang lebih luas yaitu Zhang (2014) menambahkan tata letak fasilitas dan pembangunan terminal jaringan distribusi untuk optimasi sistem menjadikan *city logistic* bahasan yang komplek.

Kajian yang sama juga dipaparkan kembali oleh Zhang (2014), bahwa pembangunan jaringan distribusi logistik perlu ditingkatkan dan disesuaikan berdasarkan laporan operator logistik dan informasi logistik atau dari umpan balik para pengguna. Disarankan olehnya bahwa penggunaan kombinasi moda transportasi akan dapat mengurangi emisi karbon dari jaringan logistik yang dilaluinya.

Selanjutnya permasalahan penentuan rute pendistribusian menggunakan kendaraan disebut juga dengan istilah VRP *(Vehicle Routing Problem).* Survei telah dilakukan oleh Parragh *et al*. (2008) berkaitan dengan VRP, bagian pertama mengkaji *General Pickup and Delivery Problems* (GPDP) sub bagian *transportation from/to a depot* (VRPB) dan sub bagian *transportation between customers* (VRPPD). Adapun paparan dari hasil survei tersebut adalah versi VRPB lebih fleksibel dan akurat karena memberikan solusi terbaik untuk kasus patokan (*benchmark*) yang berbeda. Dalam hal kesederhanaan dan kecepatan hanya algoritma heuristik yang dapat dipilih. Sedangkan dari versi VRPPD terkendala oleh praktek atau penerapan, dinamisme, ramalan peristiwa di masa yang akan

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

datang, dalam hal distribusi probabilitas. Dapat dinyatakan bahwa metaheuristik biasanya mengungguli prosedur heuristik sehubungan dengan kualitas solusinya.

Pengembangan dari metode *Traveling Salesman Problem (TSP)* yaitu metode *Distance and Capacity Constrained Vehicle Routing Problem* (DCVRP) dalam menyelesaikan *bus-routing problem* (Kara, 2008) menggunakan metode *integer linear programming*. Lain halnya dengan penggunaan *index integer programming* adalah untuk mengukur *constraint* jarak dan kapasitas yang dibutuhkan. Penelitian Baldaci *et al.* (2004) mengadopsi penelitian yang dilakukan oleh Kara sebagai dasar penelitian untuk *exact solution* DCVRP.

Metode *integer linear programming* yang digunakan misalnya oleh Kara (2008) menekankan penggunaan pada kasus *Distance and Capacity Constrained Vehicle Routing Problem* (DCVRP) pengembangan dari metode *Traveling Salesman Problem (TSP)* dalam menyelesaikan *bus-routing problem*. Adapun penggunaan *index integer programming* untuk mengukur *constraint* jarak dan kapasitas yang dibutuhkan.

Solomon (1987) membagi VRP ke dalam 5 varian yaitu : 1. *Mulitple Depot VRP (MDVRP,* 2. *VRP with Pick-Up and Delivering (VRPPD),* 3. *Split Delivery VRP (SDVRP),* 4. *Stochastic VRP (SVRP),* 5. *Periodic VRP*. Sedangkan Pisinger *et al.* (2005) dibagi menjadi: 1. *VRP with Simultaneous Delivery and Pick-up (VRPSDP),* 2. *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW),* 3. *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP),* 4. S*ite-dependent Vehicle Routing Problem (SDVRP),* 5. *Open Vehicle Routing Problem (OVRP)* dan 6. *Multi-Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP).*

Taniguchi (2014) telah mengkaji VRPTW di dalam menganalis rute perkotaan untuk pelayanan kesehatan di rumah (*home healthcare* / HHC) yang merupakan area penelitian baru dalam pemanfaatan VRP guna meningkatkan pelayan dan kepuasan konsumen HHC di Jepang. Hasil dari penelitian ini menguak adanya optimalisasi penjadwalan pekerjaan dan *routing* pelayanan yang optimal. Beberapa penelitian juga telah dilaporkan dengan hasil yang hampir sama (De Backer *et al.* 2000; Derigs, 2013).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Penentuan rute juga bisa dilakukan dengan bantuan *decision support system* seperti yang dilakukan Barcelo *et al.* (2007) yang mendasarkan penelitiannya dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Taniguchi *et al.* (2000) mengenai integrasi model *vehicle routing* dan *dynamic traffic simulation* serta keterbatasan jumlah kendaraan oleh Lau *et al.* (2003). Paparan dari Lau *et al.* (2003) menunjukkan bahwa algoritma yang sama dapat digunakan untuk memberikan hasil yang cukup baik untuk masalah VRPTW.

CVRPTW (*Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows*) yang diungkapkan oleh Sousa (2011) menyimpulkan bahwa CVRPTW sangat penting dalam memperoleh pemecahan masalah atau solusi dari masalah rute optimal. Waktu tunggu yang lama harus dihindari untuk alasan seperti upah driver, kepuasan driver atau kondisi produk. Faulin dan Valle (2008) memaparkan adanya kombinasi kendala waktu mirip dengan kendala kapasitas, sehingga waktu tunggu yang lama harus dihindari. Schmitt *et al.* (2004) menunjukkan bahwa dengan penambahan kendala waktu dan kapasitas sering dinyatakan sebagai CVRPTW. Pada intinya, semua pelanggan dalam suatu rute harus dilayani dalam koridor waktu di yang rute harus diselesaikan. Melalui berbagai kajian tersebut di atas, maka penelitian ini akan menggunakan CVRP dengan daerah kajian Kota Yogyakarta dan sekitarnya.

Aplikasi metaheuritiks untuk pendistribusian gula di Kolumbia dilakukan oleh Kuzman dan Reina (2012), dan untuk cakupan distribusi antar pulau oleh Alfenza dan Achmadi (2012) serta yang memanfaatkan teori *multiport calling* dan *hub and spoke network* yaitu Kumar *et al.* (2012).

Sedangkan untuk produk berjenis *perishable* (produk tidak tahan lama) dilakukan oleh Tania (2012) dan juga oleh Trihardani *et al.* (2011). Barcelo *et al.* (2007) meniru kondisi lalu lintas yang sebenarnya untuk menentukan *dynamic routing* yang optimal dan penjadwalan kendaraan dimana kerangka pemodelan didukung oleh *Computer Decision Support System.*

Irnich (2008) menunjukkan bahwa dari fase diversifikasi metaheuristik, telah mempertimbangkan adanya berbagai aplikasi ilmiah dan dunia nyata. Backer (2000) menguak adanya penerapan metaheuristik yang pertama dilakukan adalah melakukan pemeriksaan cepat pada kendala utamanya, menggunakan informasi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

yang diperoleh dari penyelesaian pada solusi sebelumnya dan hanya memeriksa sebagian kecil dari kendala dalam masalah.

Perbandingan metode heuristik dengan metaheuristik juga telah dilakukan untuk kajian pada jaringan toko ritel The Priceko di Amerika Serikat bagian timur dari 67 produk konsumsi oleh peneliti Hansen (2010). Di dalam penelitiannya peneliti memanfaatkan perangkat lunak CPLEX 7.0 dengan hasil adalah waktu komputasi tampaknya tidak menjadi masalah, dan membutuhkan waktu yang tidak mempengaruhi stok. Sedangkan kesenjangan kinerja dari modifikasi heuristik secara signifikan dipengaruhi oleh berbagai parameter, dan pada metaheuristik kesenjangan kinerja hanya terpengaruh sebagian kecil saja dari parameter distribusi.

Penelitian penentuan rute jalan yang terpendek yang dilakukan di wilayah kajian Yogyakarta telah dilakukan oleh Yuwono *et al.* (2009) dan Abidi *et al.* (2014) dengan mengaplikasikan metode *ant colony* dan Danuri dan Prijodiprodjo (2013) menerapkan metode *bee colony*.

Purnomo (2010) melaporkan dari hasil penelitiannya bahwa pengiriman botol Fruit Tea Sosro dengan menggunakan metode *Clark and Wright Vehicle Heuristic* berupa dua rute menghasilkan pengeluaran terendah. Solomon (1987) menggunakan metode heuristik lalu dikembangkan pula oleh Lau *et al.* (2003) mengekspos perhitungan *computable upper bound* dengan metode metaheuristik yaitu *tabu search* dalam menyelesaikan *Vehicle Routing Problem* dengan *time windows*.

Algoritma *Simulated Annealing* (SA) diperkenalkan pertama oleh Metropolis pada tahun 1953. Algoritma ini beranalogi dengan proses *annealing* (pendinginan) yang diterapkan dalam pembuatan material *glassy* (terdiri dari butir kristal), sehingga akan diperoleh energi minimum. Selanjutnya, SA diaplikasikan dalam masalah optimasi pertama kali oleh Kirkpatrick *et al.* (1983) dan hingga kini telah berkembang untuk dapat diaplikasikan pada penentuan rute kendaraan dengan multi-depot (Zhang *et al.,* 2015).

Pengungkapan yang di dapat dari hasil penelitian oleh Li (2013) menjelaskan bahwa penerapan SA untuk memecahkan model distribusi logistik

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dengan jelas dapat meningkatkan kinerja secara efektif dan kuat pengaruhnya, sehingga memiliki nilai yang praktis untuk mengoptimalkan distribusi logistik.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Liu *et al.* (2012) menyatakan bahwa kajian SA dari sisi biaya logistik termasuk biaya transportasi, pergudangan, manajemen informasi, biaya lahan dan perlindungan lingkungan merupakan faktor yang penting dari fasilitas lokasi logistik. Lokasi dan pengaturan rute kendaraan secara langsung menentukan biaya logistik. Dari temuan penelitian Qin (2015) menjelaskan bahwa biaya transportasi dan deviasi permintaan lebih berpengaruh daripada faktor-faktor lain pada total biaya logistik yang dikeluarkan.

Savitri (2009) mengungkapkan bahwa hasil dari SA diharapkan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan aplikasi penentuan jarak teroptimal serta perencanaan transportasi, terutama penerapan pada perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa dan transportasi. Di masa depan, dalam bekerja kita akan lebih memperhatikan cara-cara pemanfaatan optimasi baru untuk meningkatkan efisiensi dengan memanfaatkan komputasi algoritma, karena pada saat yang sama kita memerlukan alat bantu di dalam pengambilan keputusan dari platform perangkat lunak untuk mengintegrasikan berbagai taktik optimasi (Wang *et al.,* 2012).

Dari hasil kajian pustaka yang dilakukan oleh peneliti, maka posisi penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti yaitu mengenai implementasi metode *Simulated Annealing* (SA) untuk penentuan rute optimal distribusi bahan pokok toko ritel di kota Yogyakarta dan sekitarnya. Pemetaan kajian pustaka ini digambarkan dalam Tabel 2.1.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

No	**Metode**	**Obyek**								
		Multi Produk	Bahan Pokok	Obyek Wisata	Produk ***perishable***	Pelayanan Pelanggan	*Health-care*	*Artificial intelligence (AI)*	Angkutan Perkotaan	Lain - Lain
1	*Ant Colony Optimation*			Yuwono *et al.* (2009)	Tania (2012)					Abidi *et al.* (2014)
2	*Bee Colony Optimation*			Danuri dan Prijodiprodjo (2013)						
3	*Heuristic*	Parragh *et al.* (2008) Qin (2015) Baldaci *et al.* (2004) Zhang (2014) Derigs, (2013) Hansen (2010)	Kuzman dan Reina (2012) Alfenza dan Achmadi (2012)			Solomon (1987)			Kara (2008)	
4	*genetic algorithm*	Barcelo *et al.* (2007) Taniguchi *et al.* (2000)			Trihardani *et al.* (2011)			Schmitt *et al.* (2004)		

ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

No	**Metode**	**Obyek**								
		Multi Produk	Bahan Pokok	Obyek Wisata	Produk ***perishable***	Pelayanan Pelanggan	*Health-care*	*Artificial intelligence (AI)*	Angkutan Perkotaan	Lain - Lain
		De Backer (2000) Sousa (2011) (Zhang *et al.,* 2015). Li (2013) Kumar *et al.* (2012) Irnich (2008)								
5	*Tabu search*	Lau *et al.* (2003)				De Backer *et al.* (2000)				
6	Simulated Annealing	Liu *et al.* (2012) Yu et al. (2010)								Wang *et al. (*2012)
7	Lainnya						Tanigu chi et al. (2014)		Crainic (2009)	Zhang (2013). Rev.

Tabel 2.1 Pemetaan Tinjauan Pustaka

ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1. Bahan Pokok di Indonesia

Menteri Industri dan Perdagangan dalam keputusannya no. 115/MPP/KEP/2/1998 tanggal 27 Februari 1998 menyatakan bahwa Indonesia memiliki sembilan bahan pokok yang terdiri dari :

1. Beras
2. Gula Pasir
3. Minyak Goreng dan Mentega
4. Daging Sapi dan Ayam
5. Telur Ayam
6. Susu
7. Jagung
8. Minyak Tanah
9. Garam beryodium

Sembilan bahan pokok atau biasa disingkat sembako tersebut merupakan bahan – bahan pangan serta pendukung kehidupan yang paling dibutuhkan oleh masyarakat di Indonesia secara umum. Sembako ini wajib dijual bebas di pasar karena sebagai kebutuhan pokok utama sehari – hari. Permintaan bahan pokok bersifat inelastis, dimana harga akan berpengaruh terhadap tingkat permintaan ketika harga berubah secara signifikan. Konsumen akan beralih ke produk pengganti (substitusi) apabila perubahan harga pokok tersebut signifikan.

Untuk sistem pendistribusian bahan pokok sendiri memiliki karakteristik sistem sebagai berikut :

1. *Open system*. Sistem distribusi bahan pokok berhubungan dengan barang di luar sistem permintaan, regulasi pemerintah, dll
2. *White box*. Objek dan atribut dalam sistem distribusi bahan pokok dapat diketahui dan digambarkan

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3. *Dynamic*. Sistem distribusi bahan pokok berubah terhadap waktu
4. *Continues*. Tingkat permintaan bahan pokok akan terus menerus ada setiap harinya
5. *Deterministics*. Sistem distribusi bahan pokok sudah memiliki lokasi *supply* dan *demand* yang pasti.

3.2. Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) dapat digambarkan sebagai permasalahan perancangan rute pengiriman yang optimal dari satu atau beberapa depot ke sejumlah lokasi geografis yang tersebar, atau ke pelanggan, dalam beberapa batasan. VRP memainkan peran sentral dalam bidang distribusi fisik dan logistik.

Apabila G = (V, A) adalah grafik dimana V = {1. . . . , N} adalah himpunan simpul yang mewakili kota-kota dengan depot yang terletak di titik 1, dan A adalah himpunan busur. Dengan setiap busur (i, j) $i \neq j$ dikaitkan matriks jarak non-negatif C = (c_{ij}) Dalam beberapa konteks, c_{ij} dapat diartikan sebagai biaya perjalanan atau sebagai waktu tempuh. Ketika C simetris, dapat dengan mudah untuk mengganti A dengan satu set E dari tepi yang diarahkan. Selain itu, diasumsikan terdapat *m* kendaraan tersedia yang berbasis di depot, di mana $m_l < m < m_u$. dimana $m_l = m_u$, m dapat dikatakan *to be fixed.* Ketika $m_l = 1$ dan $m_u = n - 1$, m dikatakan *to be free*. Ketika *m* tidak tetap (*not fixed)*, akan seringkali mengaitkan *fixed cost f* pada penggunaan kendaraan. Suatu kasus dapat mengabaikan biaya-biaya tersebut. Kecuali terdapat penentuan lain, dapat juga diasumsikan bahwa semua kendaraan yang identik dan memiliki kapasitas *D* yang sama.

VRP terdiri dari merancang satu set rute kendaraan - biaya minimal , sehingga :

1. Masing-masing kota di V \ {1} dikunjungi tepat satu kali oleh tepat satu kendaraan;
2. Semua rute kendaraan mulai dan berakhir di depot;
3. Beberapa asumsi dan batasan terpenuhi.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Kondisi lain yang paling umum pada VRP yaitu :

1. Batasan kapasitas: berat non-negatif (atau permintaan) d_i yang melekat pada setiap kota i> 1 dan jumlah berat dari setiap kendaraan tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan. VRP dengan batasan kapasitas ini disebut dengan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP)
2. Jumlah kota pada setiap rute dibatasi minimal sejumlah *q* (merupakan kasus khusus (i) dengan $d_i = 1$ untuk semua $i > l$ dan $D = q$)
3. Total batasan waktu: panjang setiap rute mungkin tidak dapat melebihi batasan *L*; panjang rute ini terdiri dari waktu perjalanan antar kota c_{ij} dan waktu berhenti t_i di masing-masing kota *i*. VRP dengan batasan waktu atau jarak seperti ini disebut sebagai DVRP
4. *Time windows*: kota *I* harus dikunjungi pada interval waktu $[a_i, b_i]$ dan proses menunggu diperbolehkan di kota *i.*
5. *Precedence relations* atau hubungan antara beberapa kota diutamakan: kota *i* mungkin harus dikunjungi sebelum kota *j*. Daftar yang menyatakan hubungan antar kota ini tidak harus lengkap (Laporte, 1991)

Menurut Solomon (1987), terdapat beberapa macam VRP lain yang juga menjadi varian antara lain:

1. *Mulitple Depot VRP (MDVRP)*, yaitu distributor memiliki banyak depot untuk menyuplai pelanggan.
2. *VRP with Pick-Up and Delivering (VRPPD)*, yaitu pelanggan mempunyai kemungkinan untuk mengembalikan barang pada depot asal.
3. *Split Delivery VRP (SDVRP)*, yaitu pelanggan dilayani dengan kendaraan berbeda.
4. *Stochastic VRP (SVRP)*, yaitu munculnya '*random values'*(seperti jumlah pelanggan, jumlah permintaan, waktu pelayanan atau waktu perjalanan).
5. *Periodic VRP*, yaitu pengantaran hanya dilakukan di hari tertentu.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENERAPAN METODE SIMULATED ANNAELING DAN GENETIC ALGORITHM PADA KASUS VRP PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI TOKO RITEL
ARDIRANI RENSYTA, Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3. Metode S*imulated Annealing*

Seperti yang sudah disampaikan pada bagian 2.2 mengenai metode *simulated annealing,* SA dapat mencapai global optimum pada sebuah fungsi biaya, (Aarts *et al.,* 2005). *(S, f)* dikatakan sebagai masalah optimasi kombinasi dengan *N* sebagai *neighborhood function.*

```
procedure SIMULATED_ ANNEALING;
begin
    INITIALIZE (i_start, c_0, L_0);
    k := 0;
    i := i_start;
    repeat
        for l := 1 to L_k do
        begin
            GENERATE (j from S_i);
            if f(j) ≤ f(i) then i := j
            else
            if exp((f(i)-f(j))/c_k) > random[0, 1) then i := j
        end;
        k := k + 1;
        CALCULATE_ LENGTH (L_k);
        CALCULATE_ CONTROL (c_k);
    until stopcriterion
end;
```

Gambar 3.1 Pseudo-code Algoritma *Simulated Annealing*

Berdasarkan gambar 1.1, terdapat 4 fungsi yang digunakan dalam prosedur metode *simulated annealing* :

a. *Initialize.* Fungsi ini digunakan untuk menentukan solusi awal dan nilai awal dari parameter *temperature* (c) dan *cooling max iteration* (*L*).
b. *Generate.* Fungsi ini memilih solusi dari lingkungan (*neighborhood*) solusi saat itu.