IMPLEMENTASI *SIMULATED ANNEALING ALGORITHM* UNTUK PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM*

SKRIPSI

Disusun Oleh:

SURURIN DARINA

H06216025

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sururin Darina

Nim : H06216025

Program Studi : Sistem Informasi

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "IMPLEMENTASI *SIMULATED ANNEALING ALGORITHM* UNTUK PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 27 Juli 2020
Yang menyatakan,

METERAI TEMPEL
AB8D6AFF7441
6000
ENAM RIBU RUPIAH

(Sururin Darina)
H06216025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh:

Nama : Sururin Darina

Nim : H76216025

Judul : IMPLEMENTASI *SIMULATED ANNEALING ALGORITHM* UNTUK PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM*

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan

Surabaya, 27 Juli 2020

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
(Achmad Teguh Wibowo, M.T)	(Mujib Ridwan, S.Kom., M.T)
NIP. 198810262014031003	NIP. 198604272014031004

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Sururin Darina ini telah dipertahankan
di depan penguji skripsi
di Surabaya, 27 Juli 2020
Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I	Penguji II
(Achmad Teguh Wibowo, M.T)	(Mujib Ridwan, S.Kom., M.T)
NIP. 198810262014031003	NIP. 198604272014031004

Penguji III	Penguji IV
(Faris Muslihul Amin, M.Kom)	(Khalid, M.Kom)
NIP. 197906092014031002	NIP. 198808132014031001

Mengetahui,
PLT. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Hj. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 197312272005012003

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : SURURIN DARINA
NIM : H06216025
Fakultas/Jurusan : FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI/SISTEM INFORMASI
E-mail address : sururindarina378@gmail.com / H06216025@uinsby.ac.id

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
IMPLEMENTASI *SIMULATED ANNEALING ALGORITHM* UNTUK PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM*

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 03 Agustus 2020

Penulis

(SURURIN DARINA)

ABSTRAK

IMPLEMENTASI SIMULATED ANNEALING ALGORITHM UNTUK PENYELESAIAN VEHICLE ROUTING PROBLEM

Oleh:

Sururin Darina

Sakinah *supermarket* merupakan koperasi milik Pondok Pesantren Hidayatullah Jawa Timur. Sakinah *supermarket* bermula dari kegiatan usaha koperasi yang dirintis tahun 1991. Hingga saat ini, sakinah *supermarket* memiliki total 21 cabang yang tersebar di beberapa kota yang ada di Jawa Timur. Cabang terbanyak berada di kota Surabaya yaitu sebanyak 16 cabang dan cabang lainnya yang berada di luar kota Surabaya. Banyaknya lokasi dan permintaan cabang sakinah *supermarket* menimbulkan masalah optimasi rute distribusi dan muatan truk yang biasa disebut dengan *vehicle routing problem* (VRP). Dalam penelitian ini masalah VRP akan diselesaikan dengan bantuan *simulated annealing algorithm* (SA). SA membantu VRP dalam pemilihan squance berdasarkan biaya terendah yang digunakan. Parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan SA telah dipilih dan diuji sehingga mendapatkan nilai yang mendekati optimal. Parameter yang digunakan adalah To= 5000, α= 0,55 dan T_1=1. SA yang telah dihitung dibandingkan efektifitasnya dengan keadaan awal sehingga mendaptkan penurunan biaya hingga 30%, penurunan waktu tempuh hingga 30% dan penurunan jarak tempuh hingga 17%. Setelah itu efektifitas SA dibandingkan pula dengan algoritma lain yakni *genetic algorithm* (GA) yang telah diuji parameternya. Dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa SA lebih unggul daripada GA. Untuk perbandingan biaya SA lebih unggul hingga 21%, perbandingan jarak SA lebih unggul hingga 21% dan untuk perbandingan waku tempuh SA lebih unggul hingga 8%.

Kata Kunci: sakinah *supermarket*, *simulated annealing algorithm*, *vehicle routing problem*, *genetic algorithm*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF SIMULATED ANNEALING ALGORITHM FOR SOLUTION OF VEHICLE ROUTING PROBLEM

By:
Sururin Darina

Sakinah supermarket is a cooperative owned by Hidayatullah Islamic Boarding School in East Java. Sakinah supermarket started with cooperative business activities that were pioneered in 1991. Until now, Sakinah supermarket has a total of 21 branches spread across several cities in East Java. Most branches are in the city of Surabaya, as many as 16 branches and other branches outside the city of Surabaya. The number of locations and demands of supermarket sakinah branches causes problems with the optimization of distribution routes and truckloads which are commonly referred to as vehicle routing problems (VRP). In this study, the VRP problem will be solved with the help of simulated annealing algorithm (SA). SA helps VRP in the selection of sequences based on the lowest cost used. The parameters used in the calculation of SA have been selected and tested so as to get a value that is close to optimal. The parameters used are To = 5000, $\alpha = 0.55$ and T1 = 1. The calculated SA compared to its effectiveness with the initial state so that it gets a 30% reduction in costs, a 30% reduction in travel time and a 17% reduction in mileage. After that, the effectiveness of SA is also compared with other algorithms namely genetic algorithm (GA) which has been tested for its parameters. The test shows that SA is superior to GA. For the comparison of SA costs up to 21%, the SA distance ratio is up to 21% and for SA comparison up to 8%.

Keywords: sakinah supermarket, simulated annealing algorithm, vehicle routing problem, genetic algorithm.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING ..... **i**
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI ..... **ii**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **iii**
MOTTO ..... **iv**
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
ABSTRAK ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Penelitian Terdahulu 7
2.2 Landasan Teori 9
2.2.1 Sakinah *supermarket* 9
2.2.2 Distribusi 9
2.2.3 Transportasi 10
2.2.4 *Vehicle Routing Problem* (VRP) 11
2.2.5 Metode Heuristik 13
2.2.6 *Simulated Annealing Algorithm* (SA) 13
2.2.7 *Genetic Algorithm* (GA) 16
2.2.8 Pengujian 17
2.3 Integrasi Keilmuan 19

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Alur Penelitian 21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian 27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 Perumusan Masalah 28
4.2 Studi Literatur 28
4.3 Hasil Pengumpulan Data 28
4.2 *Preprocessing* 32
4.2.1 Perhitungan Jarak Distribusi 32
4.2.2 Perhitungan Waktu Distribusi 35
4.2.3 Perhitungan Biaya Distribusi 36
4.*3 Processing* 38
4.3.1 Perhitungan *Algoritma Simulated Annealing* 38
4.3.2 Penyelesaian Vehicle Routing Problem 40
4.3.3 Implementasi Sistem 42
4.4 Pengujian 48
4.4.1 Skenario dan Hasil Pengujian 48
4.4.2 Evaluasi Hasil Pengujian 60
BAB V PENUTUP 62
5.1 Kesimpulan 62
5.2 Saran 62
DAFTAR PUSTAKA 63
LAMPIRAN 68

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Lokasi Cabang Sakinah supermarket di Surabaya 23
Tabel 3. 2 Kapasitas Kendaraan Pengangkut 24
Tabel 4. 1 Daftar Lokasi Cabang Sakinah Supermarket 29
Tabel 4. 2 Kapasitas Kendaraan Pengangkut 30
Tabel 4. 3 Sebagian Permintaan Pelanggan di Bulan Maret 2019 30
Tabel 4. 4 Titik Koordinat Lokasi Cabang Sakinah Supermarket 32
Tabel 4. 5 Jarak Antar Cabang Sakinah Supermarket 34
Tabel 4. 6 Waktu Tempuh Antar Cabang 35
Tabel 4. 7 Biaya Perjalanan Kendaraan Pengangkut 37
Tabel 4. 8 Rute Awal Distribusi 52

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 VRP dengan Central Depot 11
Gambar 2. 2 Contoh Hasil Analisis Sensitivitas (Husen et al., 2015) 18
Gambar 2. 3 Contoh Hasil Pengujian Efektivitas (Varita et al., 2013)..... 19
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian..... 21
Gambar 4. 1 Rute Awal Distribusi dengan 4 Kendaraan Pengangkut 31
Gambar 4. 2 Rute Awal Distribusi dengan 3 Kendaraan Pengangkut 31
Gambar 4. 3 Flowchart simulated annealing algorithm dalam program..... 39
Gambar 4. 4 Flowchart Penyelesaian VRP 41
Gambar 4. 5 Hasil Pencarian Rute dengan 4 Kendaraan Pengangkut 44
Gambar 4. 6 Grafik Penurunan Jumlah Biaya Distribusi..... 45
Gambar 4. 7 Output Data Rute Kendaraan 1 46
Gambar 4. 8 Output Data Rute Kendaraan 2 46
Gambar 4. 9 Output Data Rute Kendaraan 3 47
Gambar 4. 10 Output Data Rute Kendaraan 4 47
Gambar 4. 11 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Biaya..... 48
Gambar 4. 12 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Jarak..... 49
Gambar 4. 13 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Waktu Tempuh 50
Gambar 4. 14 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Jumlah Iterasi 51
Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Hasil Uji Jarak Keadaan Awal dan SA 53
Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Hasil Uji Biaya Keadaan Awal dan SA 53
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Hasil Uji Waktu Tempuh Keadaan Awal dan SA..... 54
Gambar 4. 18 Grafik Pengaruh Populasi Terhadap Fitness 55
Gambar 4. 19 Grafik Pengaruh Total Generasi Terhadap Fitness 56
Gambar 4. 20 Grafik Pengaruh Kombinasi Pm dan Pc Terhadap Fitness 57
Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan Hasil Uji Jarak GA dan SA..... 58
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Hasil Uji Biaya GA dan SA 59
Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan Hasil Uji Waktu Tempuh GA dan SA 60

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan pasar modern sangat pesat dan mengalami peningkatan secara signifikan (Aryani, 2011). Banyaknya pasar modern di Indonesia yang tidak hanya berdiri di kabupaten dan perkotaan saja tetapi juga terdapat di berbagai kecamatan maupun pedesaan (Masyhuri & Utomo, 2017). Menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2007 tentang penataan dan pembinaan pasar tradisional pusat perbelanjaan dan toko modern Bab I Pasal I ayat 5 menyebutkan bahwa toko modern adalah toko dengan sistem pelayanan mandiri, menjual berbagai jenis barang secara eceran yang berbentuk *minimarket*, *supermarket*, *department store*, *hypermarket* ataupun toko grosir yang menjadi tempat perkulakan.

Dalam pemasaran barang pada pasar modern selalu trdapat proses distribusi. Distribusi adalah suatu aktivitas penyaluran barang dari produsen ke konsumen dan para pemakai dimana diperlukan barang atau jasa tersebut (Natasya et al., 2018). Distribusi adalah salah satu kunci dari keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena secara langsung akan berpengaruh pada biaya dari *supply chain* dan kebutuhan agen (Lukman et al., 2019). Dari uraian di atas menunjukkan bahwa saluran distribusi mempunyai peranan yang sangat penting dalam kegiatan pemasaran perusahaan (Suwarno, 2006).

Dalam melakukan proses distribusi, pihak pengelola pasar modern selalu memerlukan alat transportasi guna mempermudah penyaluranbarang tersebut. Transportasi adalah hal yang sangat penting bagi proses pendistribusian barang. Transportasi sering disebut sebagai kunci utama pendorong pertumbuhan dan pengembangan suatu usaha (Banerjee et al., 2012). Hubungan antara transportabilitas dan perubahan kepercayaan sepenuhnya dipengaruhi oleh hubungan yang jelas antara transportabilitas, transportasi dan hasil kognitif yang terkait dengan transportasi (Green & Sestir, 2017). Masalah transportasi erat hubungannya dengan proses distribusi. Proses distribusi yang tidak optimal berpotensi meningkatkan biaya dan menurunkan service level

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(Lukman et al., 2019). Optimasi proses distribusi dapat memberi dampak positif dan dapat meningkatkan laba perusahaan.

Sakinah adalah *supermarket* yang termasuk dalam salah satu jenis toko modern yang ada di Indonesia. *Sakinah supermarket* merupakan koperasi milik Pondok Pesantren Hidayatullah yang berada di Jawa Timur. Koperasi tersebut terkenal dengan usaha *retail* yang berkembang, seperti *Sakinah supermarket* yang dikelola oleh para santri (Hidorid, 2018). *Sakinah supermarket* bermula dari kegiatan usaha koperasi yang dirintis tahun 1991. Usaha yang dilakukan oleh pengurus yakni menyuplai kebutuhan bahan pokok (sembako) yang diperlukan masyarakat sekitar (Syakur, 2019). Hingga saat ini, *Sakinah supermarket* memiliki total 21 cabang yang tersebar di beberapa kota yang ada di Jawa Timur. Cabang terbanyak berada di kota Surabaya yaitu sebanyak 16 cabang.

Seluruh cabang Sakinah *supermarket* tersebar di Jawa Timur memiliki kantor pusat dan gudang yang berada di Surabaya. Gudang Sakinah *supermarket* melayani distribusi ke berbagai lokasi cabang Sakinah *supermarket* dengan permintaan yang beragam. Masalah yang dihadapi adalah belum optimal nya rute pendistribusian barang. Sakinah *supermarket* memiliki empat kendaraan pengangkut yang beroperasi setiap hari nya. Empat kendaraan yang digunakan memiliki tiga tipe dengan kapasitas yang berbeda yaitu besar, sedang dan kecil. Saat ini, satu truk hanya digunakan untuk melakukan distribusi ke tiga hingga empat cabang Sakinah *supermarket*. Masalah lain yang dihadapi oleh Sakinah *supermarket* adalah kurang optimal nya pengisian kapasitas truk sehingga kendaraan pengangkut hanya dapat mengangkut barang untuk cabang yang terbatas dan kembali ke gudang untuk melakukan pemuatan barang-barang kembali.

Permasalahan yang dihadapi dalam proses distribusi adalah penentuan rute yang kurang optimal. Permasalahan penentuan rute ini biasanya disebut dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP adalah salah satu topik yang paling banyak di bahas dalam internet untuk penyelesaian masalah pencarian rute (Hadhiatma & Purbo, 2014). Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 dan banyak digunakan untuk mendapatkan jarak terpendek pada saat pendistribusian barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya (Fisher, 1995).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Metode penyelesaian masalah pencarian jalur terpendek dapat menggunakan dua buah metode, yaitu metode algoritma konvensional dan metode heuristik (Mutakhiroh et al., 2007). Terdapat berbagai metode heuristik untuk menyelesaikan pencarian rute terpendek dalam VRP seperti Algoritma *Simulated Annealing* (SA), *Genetic Algorithm* (GA), Algoritma Djikstra, Algoritma Prim, Agoritma *Greedy*, Algoritma *Floyd Warshall* dan lain-lain (Nugraeni et al., 2015). Metode heuristik dipilih karena menggunakan metode pendekatan dan melakukan pencarian terarah, lain hal nya dengan metode konvensional yang diterapkan dengan cara perhitungan matematis biasa (Mutakhiroh et al., 2007).

Dalam penelitian ini dipilih algoritma SA untuk menyelesaikan masalah VRP dalam proses distribusi produk. Algoritma SA adalah metode heuristik yang telah berhasil diterapkan dalam memecahkan VRP yang berbeda-beda. SA konvensional mengangkat penyelesaian gangguan probabilistik dalam proses pencarian *Monte-Carlo Hill-Climbing* untuk mencapai hasil optimal pencarian lokal dan global (Gao & Zhao, 2018).

Dalam penelitian sebelumnya (Li & Mcmahon, 2010), menyatakan bahwa model representasi dan pendekatan berbasis SA telah dikembangkan untuk memfasilitasi proses integrasi dan optimisasi. Dalam pendekatan SA terdapat tiga strategi yang digunakan yaitu fleksibilitas dalam pemrosesan, fleksibilitas dalam urutan operasi dan fleksibilitas dalam penjadwalan yang telah digunakan untuk mencari ruang pendukung proses optimisasi secara efektif.

Algoritma SA secara teori mempunyai fitur yang menguatkan bahwa model matematika yang rumit tidak diperlukan dan kendala masalah dapat dengan mudah dipecahkan. SA telah diterapkan pada sejumlah masalah optimisasi *power system* dengan keberhasilan yang mengesankan (Hardiansyah et al., 2013). Perhitungan optimasi menggunakan algoritma SA merupakan penggabungan optimasi untuk penyelesaian VRP. Algoritma SA digunakan untuk mengubah pola rute dalam penyelesaian VRP agar terstruktur. Untuk melakukan proses pengecekan rute menggunakan algoritma SA, menentukan solusi awal rute yang dipresentasikan sebagai kondisi awal sebelum perhitungan algoritma SA. Rute awal yang dimiliki lalu diukur berdasarkan keadaan kapasitas, jarak tempuh dan biaya yang akan digunakan sehingga dapat dievaluasi dan menghasilkan modifikasi rute terbaik

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Banyak kendala yang menjadi permasalahan distribusi sehingga distribusi tidak dilakukan secara optimal dalam perusahaan (R et al., 2012). Algoritma SA dipilih karena meskipun metode ini sederhana tetapi dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang kompleks seperti VRP jika algoritma tersebut diimplementasikan dengan benar (Mahmudy, 2016). Penulis merasa algoritma SA adalah solusi terbaik dalam penyelesaian masalah VRP. Berawal dari latar belakang diatas maka perlu dilakukan penelitian dengan judul **"IMPLEMENTASI *SIMULATED ANNEALING ALGORITHM* UNTUK PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM*"**, sehingga hasil penelitian ini dapat membantu penyelesaian masalah distribusi yang ada pada Sakinah *supermarket*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang terdapat pada latar belakang, maka dirumuskan masalah yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan *simulated annealing algorithm* untuk penyelesaian *vehicle routing problem*?
2. Bagaimana evaluasi *simulated annealing algorithm* untuk penyelesaian *Vehicle Routing Problem*?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan maka dibuat batasan masalah dalam penelitian ini, berikut adalah batasan masalah yang dapat dijabarkan:

1. Letak Gudang dan cabang Sakinah *supermarket* berada di kota Surabaya.
2. Rute yang dilalui oleh kendaraan pengangkut adalah jalanan kota Surabaya tanpa melalui jalan tol.
3. Menggunakan data dari 16 cabang Sakinah *supermarket* yang ada di Surabaya.
4. Menggunakan 4 kendaraan pengangkut.
5. *Constrain* yang digunakan adalah jarak, kapasitas muatan tiap kendaraan, waktu dan biaya pengiriman.
6. *Tools* yang digunakan adalah Matlab 2018a.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

7. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sensitivitas parameter SA, perbandingan efektivitas SA dengan keadaan awal, pengujian sensitivitas GA, perbandingan efektifitas SA dengan GA.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan s*imulated annealing algorithm* untuk penyelesaian *vehicle routing problem*.
2. Mengevaluasi *simulated annealing algorithm* untuk penyelesaian *vehicle routing problem.*

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil akhir dari penelitian ini diharap akan memberikan manfaat sebagai berikut

1. Aplikatif:
   a. Dapat dijadikan usulan rute proses distribusi barang yang optimal sehingga lebih meminimalkan biaya operasional.
   b. Dapat dijadikan usulan pemuatan kapasitas barang agar lebih efisien.
2. Akademis:
   a. Menambah pengetahuan tentang beberapa konsep algoritma *simulated annealing* dan VRP, sehingga dapat diimplementasikan dan membantu optimalisasi proses pendistribusian produk.
   b. Menambah pengetahuan mahasiswa dalam hal membuat program khususnya program untuk menyelesaikan *Vehicle Routing Problem* dengan *simulated annealing algorithm.*
   c. Penelitian ini dapat dijadikan suatu pengembangan wawasan keilmuan khususnya dalam bidang matematika dan *Simulated Annealing Algorithm* untuk menyelesaikan berbagai masalah VRP

1.6 Sistematika Penelitian

Tata cara penulisan skripsi diatur berdasarkan sistematika yang telah berlaku, aturan penulisan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini berisi berbagai uraian tentang latar belakang permasalahan yang terjadi, rumusan masalah dalam penelitian, batasan masalah dalam penelitian, tujuan dan manfaat dari penelitian.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua yakni tinjauan pustaka berisi penjelasan tentang penelitian terdahulu yang relevan dan sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan, teori dasar yang akan digunakan dalam penelitian serta integrasi keilmuan dari penelitian yang akan dilakukan.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga yakni metodologi penelitian berisi tentang rangkaian tahapan atau langkah-langkah yang terstruktur dalam penyelesaian penelitian yang akan dilakukan.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab keempat yakni hasil dan pembahasan berisi tentang paparan hasil dan pembahasan dari penelitian Implementasi *simulated annealing algorithm* untuk penyelesaian *vehicle routing problem*.

e. BAB V PENUTUP

Bab lima yang merupakan bab terakhir dalam penelitian berisikan kesimpulan dari hasil dan pembahasan pada penelitian ini. Dalam bab ini juga terdapat saran dan masukan pengembangan untuk penelitian yang akan dilakukan di masa mendatang.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berfungsi untuk menjadi referensi dalam melakukan penelitian ini, sehingga dapat memperkaya teori yang akan digunakan dalam membahas penelitian yang dilakukan. Topik dalam penelitian ini mengangkat beberapa penelitian lain yang relevan sebagai literatur dalam memperkaya referensi pada penelitian ini.

Berdasarkan penelitian (Wei et al., 2018) dengan judul "*A simulated annealing algorithm for the capacitated vehicle routing problem with two-dimensional loading constraints*". Permasalahan VRP yang dibahas adalah VRP dengan kendala pemuatan yang biasa disebut dengan 2L-CVRP serta permintaan pelanggan yang melibatkan suatu set dua dimensi, persegi panjang dan item tertimbang. Sistem ini menghasilkan eksperimen numerik pada 2L-CVRP yang menunjukkan bahwa algoritma SA yang diusulkan mengungguli semua algoritma yang ada, dan mencocokkan atau meningkatkan solusi paling terkenal untuk sebagian besar instance. Selanjutnya, waktu komputasi juga sebanding. Dengan demikian, SA yang diusulkan diilustrasikan cukup efektif dan efisien untuk 2L-CVRP.

Penelitian yang dilakukan oleh (Karagul et al., 2019) dengan judul "*A Simulated Annealing Heuristic for the Hybrid Vehicle Routing Problem*". Pada penelitian ini membahas tentang *Hybrid Green Vehicle Routing Problem* yang biasa disebut HVRP menggunakan algoritma SA untuk penyelesaian. Menyatakan bahwa HVRP dapat diselesaiakan menggunakan algoritma *simulated annealing with restart strategy* sehingga HVRP dapat dimanfaatkan untuk membantu perusahaan atau organisasi mengurangi total biaya perjalanan mereka dengan menentukan rute optimal yang melayani sebagian besar konsumen dalam batas waktu tertentu.

Penelitian ketiga dilakukan oleh (Yu et al., 2017) dengan judul "*A Simulated Annealing Algorithm Based Solution Method for a Green Vehicle Routing Problem with Fuel Consumption*". Penelitian ini membahas masalah *Green vehicle Routing Problem* yang biasa disebut G-VRP dengan memperhitungkan penghematan emisi yang keluar dari kendaraan yang digunakan. Penelitian ini menghasilkan fungsi obyektif dari SA yang dianggap memberikan solusi untuk minimalisir emisi CO_2 yang lebih efisien pada industri nyata dengan masalah dan model yang diusulkan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penelitian keempat dilakukan oleh (Redi & Redioka, 2019) dengan judul "Algoritma *Simulated Annealing* untuk Optimasi Rute Kendaraan dan Pemindahan Lokasi Sepeda pada *Sistem Public Bike Sharing*" . Dalam penelitian ini, terdapat dua variasi algoritma SA yang dikembangkan untuk penyelesaian permasalahan SBRP disebut dengan SA_BF dan SA_CF. Data yang digunakan berasal dari studi kasus milik Velib bike sharing system di Paris, Prancis. Hasil dari eksperimen menunjukkan bahwa kedua algoritma SA_BF dan SA_CF berhasil dengan baik menghasilkan solusi untuk SBRP. Algoritma ini memiliki selisih rata-rata 2.21% dan 0.36% terhadap algoritma Arc-Indexed (AI) dari penelitian sebelumnya pada dataset pertama. Sedangkan untuk rata-dataset kedua, algoritma Tabu Search, SA_BF dan SA_CF memperoleh selisih ratarata 0.65%, 1.08% dan 0.38% terhadap hasil optimal.

Penelitian terakhir dilakukan oleh (Gao & Zhao, 2018) dengan judul "*A Hybrid Simulated Annealing Algorithm for Load Varying Green Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands*". Penelitian ini mempertimbangkan masalah *Green*-VRP dengan menggunakan *Load Varying Green* VRP (LVGVRP) dengan variasi beban dan mempelajari masalah LVGVRP *with Stochastic Demands* (LVGVRPSD). Metode yang digunakan dalam menyelesaian masalah LVGVRPSD adalah *Hybrid Tabu-Search* untuk perbaikan algoritma SA. Hasil penelitian ini menunkukkan bahwa pertimbangan berbagai muatan kendaraan dapat memperoleh rute yang lebih baik dengan biaya energi yang lebih rendah. Selain itu, hasilnya juga membuktikan bahwa HSAA dapat mencapai tujuan yang lebih baik dibandingkan dengan SAA konvensional.

Dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan, diketahui bahwa penyelesaian VRP sangat cocok untuk menyelesaikan masalah distribusi yang mempunyai beberapa batasan seperti kapasitas kendaraan, waktu tempuh dan jarak tempuh kendaraan pengangkut. Dalam beberapa penelitian sebelumnya dikatakan pula bahwa penggunaan algoritma SA cocok dalam penyelesaian VRP dengan memperhatikan rute yang akan dilewati sebagai jalur distribusi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sakinah *supermarket*

Sakinah adalah *supermarket* yang termasuk dalam salah satu jenis toko modern yang ada di Indonesia. Sakinah *supermarket* merupakan koperasi milik Pondok Pesantren Hidayatullah Jawa Timur. Koperasi yang dikelola oleh para santri ini sangat dikenal dengan usaha ritelnya yang cukup berkembang, seperti Sakinah *supermarket* (Hidorid, 2018). Sakinah *supermarket* bermula dari kegiatan usaha koperasi yang dirintis tahun 1991. Kegiatan yang dilakukan oleh pengurus adalah usaha menyuplai kebutuhan bahan pokok (sembako) masyarakat sekitar seperti beras, gula, minyak goreng, dan lainnya (Syakur, 2019). Hingga saat ini, Sakinah *supermarket* memiliki total 21 cabang yang tersebar di beberapa kota yang ada di Jawa Timur. Cabang terbanyak berada di kota Surabaya yaitu sebanyak 16 cabang dan cabang lainnya yang berada di luar kota Surabaya.

Sebagai perusahaan ritel, Sakinah *supermarket* mempunyai visi dan misi sebagai berikut:

a. Visi

   Menjadi jaringan bisnis ritel modern syariah terkemuka di Indonesia dalam peran serta pembangunan ekonomi ummat.

b. Misi

   1. Memberikan pelayanan berkualitas dan unggul
   2. Menjadi yang terbaik dalam menegakkan etika bisnis syariah
   3. Menciptakan usaha ritel modern syariah berbasis masyarakat
   4. Memberikan manfaat sebanyak-banyaknya bagi para *stake-holder*
   5. Pemberdayaan UKM bidang ritel dalam bentuk kemitraan pengembangan usaha

2.2.2 Distribusi

Distribusi adalah suatu aktivitas penyaluran barang ke pihak agen yang dilakukan pemasok dalam suatu *supply chain*. Distribusi merupakan suatu kunci keuntungan yang akan diperoleh perusahaan, karena distribusi secara langsung akan mempengaruhi biaya dari *supply chain* dan kebutuhan dari agen (Lukman et al., 2019). Beberapa faktor yang berada di lingkungan pendistribusian adalah variasi permintaan, kapasitas kendaraan, biaya pengiriman serta kekurangan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sumber daya. Sebagian besar model distribusi bersifat objektif dan merupakan penyelesaian tunggal (Safeer et al., 2014).

Dalam pendistribusian produk memiliki banyak aspek yang harus diperhatikan seperti fasilitas, transportasi, ketersediaan barang serta komunikasi antara pihak distributor dan agen. Harus ada pengontrolan yang sangat teliti untuk memastikan segala proses distribusi tidak terhambat. Proses distribusi yang kurang efektif akan berpengaruh pada kualitas produk yang akan sampai di tangan konsumen (Natasya et al., 2018). Distribusi barang menjadi permasalahan yang rumit akibat dari banyaknya kendala-kendala yang dimiliki oleh perusahaan sehingga distribusi tidak dilakukan secara optimal (R et al., 2012). Sebuah pilihan rute yang baik untuk distribusi dapat menurunkan biaya transportasi dan meningkatkan efisiensi proses pendistribusian (Lukman et al., 2019).

2.2.3 Transportasi

Transportasi berawal dari bahasa latin yakni *transportar* yang mana *trans* berarti seberang atau sisi yang lain sedangkan *portare* berarti mengangkut atau membawa (Kadir, 2006). Infrastruktur transportasi sering disebut sebagai kunci untuk mendorong pertumbuhan dan pembangunan (Banerjee et al., 2012). berbagai Dalam kegiatan sehari-hari, transportasi merupakan alat penunjang kebutuan utama manusia. Alat transportasi dapat dikelompokkan menjadi alat transportasi darat, udara dan laut. Alat transportasi tersebut antara lain adalah : mobil, sepeda motor, bus umum, taksi, sepeda, becak, pesawat terbang, kapal laut dan lain-lain (Wahda et al., 2017). Model transportasi dibangun untuk memberi bahwa perusahaan dapat meminimalkan biaya logistik umum (inventaris, transportasi, dan penanganan) (Onstein et al., 2018).

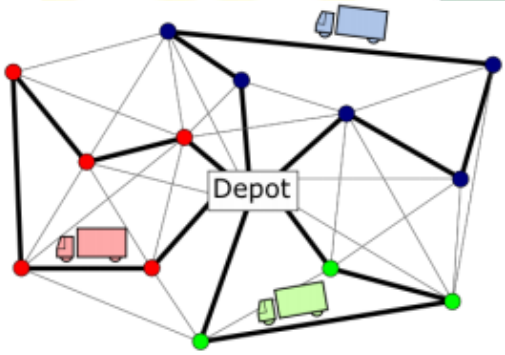
Transportasi menjadi bagian yang penting untuk sarana distribusi. Pertimbangan ketersediaan sarana transportasi akan sangat berpengaruh pada kebijakan kegiatan distribusi yang harus diambil. Semakin bagus pengaturan sarana transportasi, maka akan semakin mempermudah proses distribusi (Green & Sestir, 2017). Transportasi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sektor industri. Hal itu dikarenakan hampir semua sektor industri selalu mencakup proses distribusi dan logistik. Bahan bakar dan waktu yang digunakan untuk pengiriman

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

adalah biaya (cost) yang cukup besar bagi industri yang melakukan distribusi dengan frekuensi yang rutin ke banyak lokasi (Rachman & Yuningsih, 2011).

2.2.4 *Vehicle Routing Problem* (VRP)

VRP adalah sebuah permasalahan dimana terdapat beberapa rute yang harus dilalui oleh sejumlah kendaraan yang berangkat dari suatu depot menuju beberapa tempat tujuan yang telah ditentukan dan berakhir pada depot yang sama (Juniarto et al., 2011). VRP menggeneralisasi pendistribusian menjadi masalah optimisasi linier yang umumnya ditemui dalam domain logistik dan transportasi: yaitu, bagaimana melayani satu set pelanggan, tersebar secara geografis di sekitar depot pusat, menggunakan armada truk dengan berbagai kapasitas (Jaegere et al., 2016). Tujuan dari VRP adalah mendistribusikan barang dengan biaya minimum melalui rute tertentu dari suatu sumber menuju beberapa lokasi tujuan (Hadhiatma & Purbo, 2014). **Gambar 2.1** menunjukkan salah satu contoh kasus VRP dengan 13 pelanggan yang dilayani oleh satu depot dan menggunakan tiga kendaraan, sehingga terdapat tiga rute pengiriman.



Gambar 2. 1 VRP dengan Central Depot
Sumber: (R et al., 2012)

VRP nantinya akan memberikan *routing* yang optimal sehingga jarak ataupun waktu yang dihasilkan adalah yang terpendek ataupun tercepat, dengan demikian penggunaan biaya yang diperlukan akan semakkin efisien (Chandra & Setiawan, 2018). VRP mempunyai beberapa sub kelas untuk penyelesaian masalah, diantaranya adalah (Gendreau & Potvin, 2002):

a. Traveling Salesman Problem (TSP) di mana satu rute jarak minimum yang mengunjungi setiap node dibangun satu kali

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Vehicle Routing Problem (VRP) berkapasitas di mana kendala kapasitas (dalam hal berat, volume atau jarak maksimum) membatasi jumlah node yang dilayani pada setiap rute
c. VRP *with Time Widow* (VRPTW), di mana interval waktu untuk layanan dikaitkan dengan setiap node
d. VRP *with Backhauls* (VRPB), di mana setiap node mewakili pengambilan atau pengiriman
e. *Pick-Up and Delivery Problem* (PDP) di mana setiap pelanggan terdiri dari node *pick-up* dan *delivery* yaitu kendala utama yang diambil di lokasi penjemputan sebelum dibawa ke lokasi pengiriman.

Dengan tujuan meminimumkan biaya perjalanan atau jarak tempuh maka persoalan VRP dimodelkan dalam bentuk sebagai berikut (Toth & Vigo, 2002):

Meminimalkan $f = \sum_{i=0}^{N} \sum_{j=0}^{N} \sum_{k=1}^{N} d_{ij} x_{ijk}$.....(2.1)

Dengan Variabel keputusan berikut:

$$x_{ijk} \begin{cases} 1, & bila\ kendaraan\ k\ melayani\ j\ setelah\ melayani\ i \\ 0, & bila\ tidak\ demikian \end{cases}$$ .....(2.2)

Dengan kendala sebagai berikut:

1. Setiap Pelanggan yang dikunjungi tepat satu akli oleh satu kendaraan:

   $\sum_{i=0}^{N} \sum_{k=1}^{N} x_{ijk} \qquad j = 1,2,\dots,N \qquad i \neq j$.....(2.3)
2. Setiap kendaraan yang mengunjungi suatu pelanggan, setelah melayani akan meninggalkan pelanggan tersebut:

   $\sum_{j=0}^{N} x_{ijk} - \sum_{j=0}^{N} x_{jik} = 0 \qquad k = 1,2,..,K \quad i = 0,1,..,N$.....(2.5)
3. Terdapat K kendaraan yang beroperasi dan selalu berawal dari depot:

   $\sum_{j=0}^{N} x_{0jk} = 1 \qquad k = 1,2,..,K$.....(2.6)
4. Total Permintaan dari setiap pelanggan dalam rute yang dilalui setiap kendaraan tidak boleh melebihi kapasitas

   $\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=0}^{N} q_i x_{ijk} \leq W \qquad k = 1,2,..,K$.....(2.7)

Keterarngan;

x_{ij} : Kendaraan *k* melayani pelanggan *j* setelah mengunjungi pelanggan *i*

d_{ij} : Jarak antara pelanggan *i* dengan *j*

q_i : Permintaan dari pelanggan *i*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

W : Kapasitas maksimum kendaraan

N : Jumlah pelanggan

K : Banyak kendaraan

i : Indeks awal pelanggan

j : Indeks pelanggan tujuan

k : Indeks kendaraan

2.2.5 Metode Heuristik

Metode heuristik adalah metode yang menghasilkan jawaban yang baik untuk suatu masalah yang besar dalam waktu yang wajar, tetapi tidak memberikan jaminan bahwa jawaban yang paling optimal akan muncul (Lin & Kernighan, 2018). Metode ini adalah metode evaluasi yang biasa digunakan untuk menemukan masalah kegunaan pada berbagai tahap pengembangan suatu produk (Zuk et al., 2006). Pada tahun 1970-an banyak algoritma heuristik yang telah dikembangkan yang menggabungkan aturan dan meniru fenomena alam yang acak (Geem et al., 2001). Heuristik dapat lebih umum dan bertindak sebagai pemeriksaan pada pilihan desain (Zuk et al., 2006). Metode heuristik harus dijalankan setidaknya lebih dari 10 kali untuk menghasilkan statistik yang bermakna (Mirjalili, 2015). Metode heuristik berbeda dengan metode pendekatan eksak, dimana metode heuristik tidak menjamin diperolehnya solusi optimal. Meskipun demikian, penyelesaian problem yang kompleks dengan metode metaheuristik banyak digunakan karena mampu memberikan solusi yang cukup baik, yaitu dekat dengan solusi optimal pada waktu yang relatif cepat (Redi & Redioka, 2019). Salah satu metode yang dikembangkan yaitu metode SA.

2.2.6 *Simulated Annealing Algorithm* (SA)

Nama algoritma SA berasal dari analogi antara penyelesaian masalah optimasi dan simulasi anil (Chiang & Russell, 1996). *Annealing* (proses pemanasan kemudian pendinginan) dalam pemrosesan logam ini adalah suatu proses bagaimana membuat bentuk cair yang berangsur menjadi lebih padat seiring dengan penurunan temperatur (Kusumadewi & Purnomo, 2005). Pada suhu tinggi, solusi akan lebih mudah berubah bentuk, sehingga dapat menerima solusi yang lebih banyak yang tidak berkaitan dengan solusi yang ada. Suhu yang tinggi ini untuk

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mendukung eksplorasi. Pada saat suhu rendah, program hanya berfokus pada solusi yang ada dan mencari nilai fungsi minimum dari solusi tersebut. Hal ini untuk mendukung eksploitasi pencarian (Angresti et al., 2019).

Salah satu keuntungan utama dari SA adalah memungkinkan penemuan minimum global dari fungsi objektif dalam ruang pencarian yang kompleks secara efisien. Hasil minimum global dalam perhitungan SA ini dapat berupa jarak minimum ataupun biaya minimum. Dalam SA terdapat parameter yang berfungsi untuk memandu dan mengontrol iterasi algoritma (Li & Mcmahon, 2010). Tujuan digunakannya parameter tersebut adalah untuk mengijinkan sistem mencapai kesetimbangan hasil yang akan didapat. Perubahan perlahan-lahan dalam SA disebut *annealing schedule*. Terdapat empat komponen annealing schedule yaitu, suhu awal, suhu akhir, aturan penurunan suhu, iterasi (Supardi & Widiatmono, 2002).

Suhu awal erat kaitannya dengan optimasi biaya yang akan dihitung, maka apabila pemilihan nilai suhu awal terlalu tinggi maka membutuhkan waktu dan penurunan suhu yang banyak hingga konvergen. Sebaliknya jika nilai suhu awal yang digunakan terlalu rendah maka kemungkinan melewatkan titik-titik potensial yang mungkin akan menjadi global optimum. Untuk aturan penurunan suhu, jika angka yang digunakan besar (mendekati 1) akan memberikan proses penemuan global yang lebih teliti. Sebaliknya jika aturan penurunan suhu terlalu kecil (mendekati 0) maka akan banyak titik potensial global optimum yang terlewati. Apabila iterasi yang digunakan besar maka akan membantu mencapai keseimbangan global optimum pada suatu siklus. Sebaliknya jika iterasi yang digunakan kecil maka menyebabkan konvergensi terlalu cepat dan tidak dapat menemukan optimum global.

Distribusi *Annealing* ini memberikan probabilitas benda padat dalam keadaan i dengan energi E_i pada suhu T dengan persamaan seperti berikut (Hardiansyah et al., 2013):

$P_i(T) = k\ exp(-E_i/T)$.....(2.8)

Keterangan:

P_i : Keadaan yang diinginkan

exp : Eksponen

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

T : Temperatur

k : Bilangan Konstan

$-E_i$: Energi yang dibutuhkan

SA mempunyai beberapa tahapan prosedur yang harus dipenuhi (Chiang & Russell, 1996):

```
1. Dapatkan solusi awal yang layak dengan inisial S.
2. Atur parameter pendinginan termasuk suhu awal T, rasio pendinginan
   r, dan lama waktu Len.
3.        For 1 ≤ i ≤ Len do.
4.        Pilih bilangan terdekat random S' ∈ N(S).
5.        Hitung A = Cost(S') - Cost(S).
6.              jika A < 0, lalu atur S = S'.
7.              Jika A > 0, lalu atur S = S' dengan
                probabilitas e^(-Δ/T).
8.        Set T=rT.
9.        Lalu kembali ke S.
```

Pencarian suhu awal telah disarankan oleh Rayward dan Smith (1995). Dalam penelitiannya mereka mengusulkan sebaiknya suhu awal dimulai dari suhu yang sangat tinggi, kemudian dilakukan proses pendinginan dengan cepat hingga diterima sekitar 60% dari penyelesaian lebih buruk. Setelah itu, barulah dimulai pendinginan secara perlahan-lahan.

Untuk parameter suhu akhir idealnya, proses optimasi berhenti ketika sistem berada pada titik beku yaitu keadaan ketika sudah tidak terjadi lagi perubahan energi sistem. Dalam algoritma yang digunakan, prinsip ini digunakan, yakni optimasi dihentikan ketika selisih energi sudah tidak terjadi lagi perubahan pada rantai berturut-turut (Supardi & Widiatmono, 2002).

Algoritma SA melakukan pencarian dengan memberikan solusi yang lebih baik untuk dipertimbangkan dalam pencarian dan perlahan-lahan mengurangi peluang solusi yang lebih buruk dari kondisi sekarang diterima dalam proses pencarian. Hal ini merupakan mekanisme yang membuat SA mampu memperoleh solusi yang baik dan keluar dari perangkap lokal optimal (Redi & Redioka, 2019).

SA merupakan teknik heuristik perbaikan yang memiliki kemampuan agar terhindar dari perangkap solusi optimal lokal dengan menerima suatu solusi yang lebih jelek pada suatu nilai probabilitas yang kecil (Siswanto et al., 2019). Algoritma SA memaksakan kriteria pencarian acak, penerimaan dan penghentian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang berbeda pada metode pencarian lokal untuk menghindari kualitas lokal yang kurang baik (Osman, 1993).

2.2.7 *Genetic Algorithm* (GA)

Genetic Algorithm (GA) merupakan algoritma pencarian yang berdasar kepada mekanisme seleksi alam dan genetika (Hannawati, 2002). Algoritma ini merupakan salah satu algoritma pencarian heuristik yang berdasarkan mekanisme evolusi biologis (Napitupulu, 2018). GA pertama kali ditemukan oleh *John Holland* pada tahun 1960. GA mulai diujikan pada sekumpulan calon solusi acak. Sekumpulan calon solusi yang dimaksudkan adalah populasi awal, dimana individu-individu yang ada dalam populasi tersebut juga dinamakan kromosom. Gen adalah rangkaian yang membentuk suatu kromosom dan menyatakan solusi pada masalah (Ariastuti, 2015).

Adanya teori evolusi Darwin, menyatakan bahwa kelangsungan hidup suatu makhluk dipengaruhi oleh aturan telah menjadi inspirasi dari algoritma ini. Dalam teori tersebut disebutkan "yang kuatlah yang akan bertahan". Teori tersebut menyatakan bahwa hidup dapat dipertahankan melalui proses produksi, kawin silang (*crossover*) dan mutasi. Hal ini yang mendasari terebentuknya algoritma genetika (Napitupulu, 2018).

Dalam perhitungannya, GA mempunyai beberapa parameter penting. Parameter yang dimaksud adalah parameter kontrol yaitu ukuran populasi ($PopSize$), Probabilitas crossover (Pc), Probabilitas mutasi (Pm) dan generasi maksimum ($MaxGen$). Nilai parameter ini juga ditentukan berdasarkan masalah yang harus diselesaikan (Napitupulu, 2018).

Diketahui jika nilai parameter untuk ukuran populasi, probabilitas *crossover* dan generasi maksimum memliki nilai yang semakin besar maka akan mendapatkan hasil yang semakin akurat. Berbeda dengan probabilitas mutasi yang nilainya tidak perlu terlalu besar karena akan mengakibatkan hasil semakin tidak akurat. Semakin kompleks suatu masalah maka diperlukan ukuran populasi yang lebih besar (Napitupulu, 2018).

GA mempunyai beberapa komponen yang merupakan bagian utama perhitungan algoritmanya, seperti encoding, prosedur inisialisasi, fungsi evaluasi, seleksi, operator genetika, dan penentuan parameter (Napitupulu, 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nilai (Pc) yang terlalu besar akan berdampak pada individu yang bisa saja menjadi individu terbaik akan lebih cepat dihilangkan. Akan tetapi jika nilai (Pc) terlalu rendah dapat mengakibatkan tidak adanya perubahan yang signifikan dikarenakan rendahnya angka eksplorasi (Napitupulu, 2018).

Probabilitas *crossover* menunjukan rasio dari anak yang dihasilkan dalam setiap generasi dengan ukuran populasi. Dimisalkan $PopSize$ = 1000 dan Pc = 0.50, maka akan ada 500 kromosom dari 1000 kromosom pada populasi yang akan mengalami proses *crossover* (Napitupulu, 2018).

Nilai Pm menunjukkan presentasi jumlah total gen dalam populasi yang akan termutasi. Dimisalkan ukuran $PopSize$= 1000, yang memiliki panjang gen 10 gen disetiap kromosom, maka total gen yang ada adalah 1000 × 10 = 10000. Jika besar nilai Pm = 0, 01 maka akan ada 0, 01 × 10000 = 100 gen yang akan termutasi (Napitupulu, 2018).

2.2.8 Pengujian

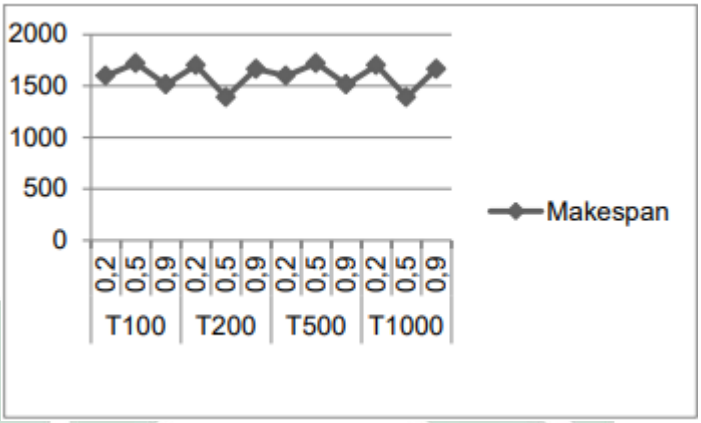
Pengujian adalah suatu aktivitas yang direncanakan dan sistematis untuk mengevaluasi kebenaran yang diinginkan. Aktivitas pengujian terdiri dari sekumpulan langkah dimana dapat menempatkan desain kasus uji yang spesifik untuk mengetahui hasil yang diinginkan (Cholifah et al., 2018). Pengujian algoritma sangat diperlukan untuk memastikan algoritma yang digunakan telah berjalan sesuai dengan fungsionalitas yang diharapkan. Penguji algoritma harus menyiapkan sesi khusus untuk menguji program yang sudah dibuat agar kesalahan ataupun kekurangan dapat dideteksi sejak awal dan dikoreksi secepatnya (Hidayat & Muttaqin, 2018).

a. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah melakukan perubahan parameter untuk melihat seberapa besar perubahan yang muncul sebelum munculnya solusi yang paling optimal. Jika suatu perubahan kecil dalam parameter menyebabkan perubahan darastis dalam solusi, dikatan bahwa soalusi sangat sentitif terhadap parameter (Montaria, 2009). Analisis sensitivitas dilakukan dengan mencari presentase perubahan rangking alternatif setiap parameter. Semakin besar presentase perubahan rangking alternatif maka parameter tersebut akan dipilih oleh pengambil

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

keputusan sebagai metode yang relevan pada suatu kasus (Syaka & Mulyanto, 2019). Contoh dalam analisis sensitivitas dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. 2 Contoh Hasil Analisis Sensitivitas (Husen et al., 2015)

Gambar diatas menununjukkan pengujian senitivitas parameter-parameter yang diuji yakni suhu (T) dan parameter faktor pereduksi suhu (fp). dengan grafik perbandingan T 100, T 200, T 500, dan T 1000 sebagai sumbu X. Dimana pada setiap suhu (T) digunakan faktor penurunan suhu (fp) 0.2, 0.5, dan 0.9 yang nantinya parameter-parameter ini akan dilihat seberaba besar perubahannya dengan waktu total penyelesaian (makespan). Dalam grafik tersebut terlihat bahwa hasil pengujian analisis sensitivitas memberikan kesimpulan jika suhu rendah dan digunakan fp rendah juga, maka hasil dari makespan juga tinggi karena banyak titik optimal yang terlewati, jika suhu tinggi digunakan fp rendah juga masih belum bisa menemukan titik yang paling optimal (Husen et al., 2015).

b. Pengujian Efektivitas

Efektivitas berasal dari kata efektif yang memiliki arti berhasil, tepat guna, atau sesuatu yang dilakukan berhasil dengan baik. Pius A. Partanto dan M. Dahlan Bahri dalam bukunya Kamus Ilmiah Populer (1994) mendefinisikan efektivitas sebagai ketepatan dalam hasil guna dan penunjang tujuan. Efektivitas didefinisikan sebagai suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target telah tercapai, dimana semakin besar persentase target yang dicapai, maka semakin tinggi efektivitasnya (Viktaria, 2015). Contoh hasil pengujian efektivitas dapat dilihat pada gambar berikut ini:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

PERCOBAAN PENCARIAN JALUR TERCEPAT 5.2.2 PERBANDINGAN ALGORITMA DJIKSTRA DAN TABU SEARCH

Pencarian	*Cost Tabu Search*	*Cost Dijkstra*
1	526	571
2	428.01	438
3	493.72	529
4	374.09	398
5	319.61	335

Gambar 2. 3 Contoh Hasil Pengujian Efektivitas (Varita et al., 2013)

Pada data percobaan pertama, cost terendah yang didapatkan untuk tabu search sebesar 526 dan untuk djikstra sebesar 571 dan seterusnya diuji pula data kedua hingga kelima. Dari total 5 data yang diuji dapat disimpulkan bahwa perbandingan hasil pencarian jalur tercepat dengan Tabu Search dan Djikstra menunjukkan perbandingan efektivitas Tabu Search lebih baik dalam bentuk cost yang lebih rendah (Varita et al., 2013).

2.3 Integrasi Keilmuan

Pencarian rute terdekat merupakan bagian dari optimasi pendistribusian produk. Proses distribusi yang kurang optimal selama ini membuat waktu yang digunakan kurang efektif. Pencarian rute terpendek dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses distribusi menjadi lebih efektif dalam segi waktu dan biaya. Optimasi distribusi juga dapat membuat jalur pendistribusian menjadi lebih tertata.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pakar bernama Drs. H. Misbahul Munir Mansyur M.Ag selaku dosen fakultas Dakwah dan Komunikasi UIN Sunan Ampel Surabaya serta pengasuh Pondok Pesantren Mubtadi'in Al-Asy'ari yang bertempat di Jalan Kundi No.35 Kepuhkiriman, Waru, Sidoarjo. Beliau mengatakan bahwa terdapat banyak firman Allah SWT yang membahas tentang pencarian solusi terbaik dan distribusi. Dalam hal ini terdapat 2 ayat terkait hal tersebut. Pertama adalah surah Al-Aisra' ayat 26:

وَاٰتِ ذَا الْقُرْبٰى حَقَّهٗ وَالْمِسْكِيْنَ وَابْنَ السَّبِيْلِ وَلَا تُبَذِّرْ تَبْذِيْرًا – ٢٦

Artinya:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dan berikanlah haknya kepada kerabat dekat, juga kepada orang miskin dan orang yang dalam perjalanan; dan janganlah kamu menghambur-hamburkan (hartamu) secara boros.

Ayat ini menjelaskan Firman Allah Ta'ala, "Dan berikanlah kepada keluarga-keluarga yang dekat akan haknya" yakni seperti halnya anda menjaga hak kedua orang tua yang memutus tali silaturrahim kemudian bersedekah kepada orang-orang miskin dan orang yang dalam perjalanan. Nabi Muhammad SAW telah memerintahkan untuk memberikan hak-hak mereka dari baitul mal yakni bagian untuk kerabat beliau dari peperangan, jarahan (rampasan perang). Ayat ini ditujukan kepada para penguasa atau orang yang berada pada kedudukan tersebut.

Untuk firman Allah swt, "janganlah kamu menghambur-hamburkan (hartamu) secara boros" yakni janganlah kamu berlebih-lebihan. Imam Syafi'I mengatakan, "Tabdzir (pemborosan) adalah membelanjakan harta tidak sesuai dengan haknya, dan tidak ada pemborosan dalam kebaikan ".

Ayat selanjutnya masih membahas tentang larangan untuk menghambur-hamburkan harta yang dimiliki. Berikut adalah surat Al-Isra' ayat 27:

اِنَّ الْمُبَذِّرِيْنَ كَانُوْٓا اِخْوَانَ الشَّيٰطِيْنِ ۗوَكَانَ الشَّيْطٰنُ لِرَبِّهٖ كَفُوْرًا – ٢٧

Artinya:

Sesungguhnya orang-orang yang pemboros itu adalah saudara setan dan setan itu sangat ingkar kepada Tuhannya.

Ayat ini menjelaskan bahwa sesungguhnya orang-orang yang menggunakan harta mereka dalam kemaksiatan dan orang-orang yang menghambur-hamburkannya secara boros adalah saudara-saudara setan, mereka mentaati segala apa yang diperintahkan para setan tersebut berupa sikap boros dan menghambur-hamburkan harta, padahal setan itu sangat ingkar kepada Tuhannya, ia tidak beramal kecuali dengan amalan maksiat, dan tidak pula memerintahkan kecuali dengan perintah yang mengundang kemurkaan Tuhannya.

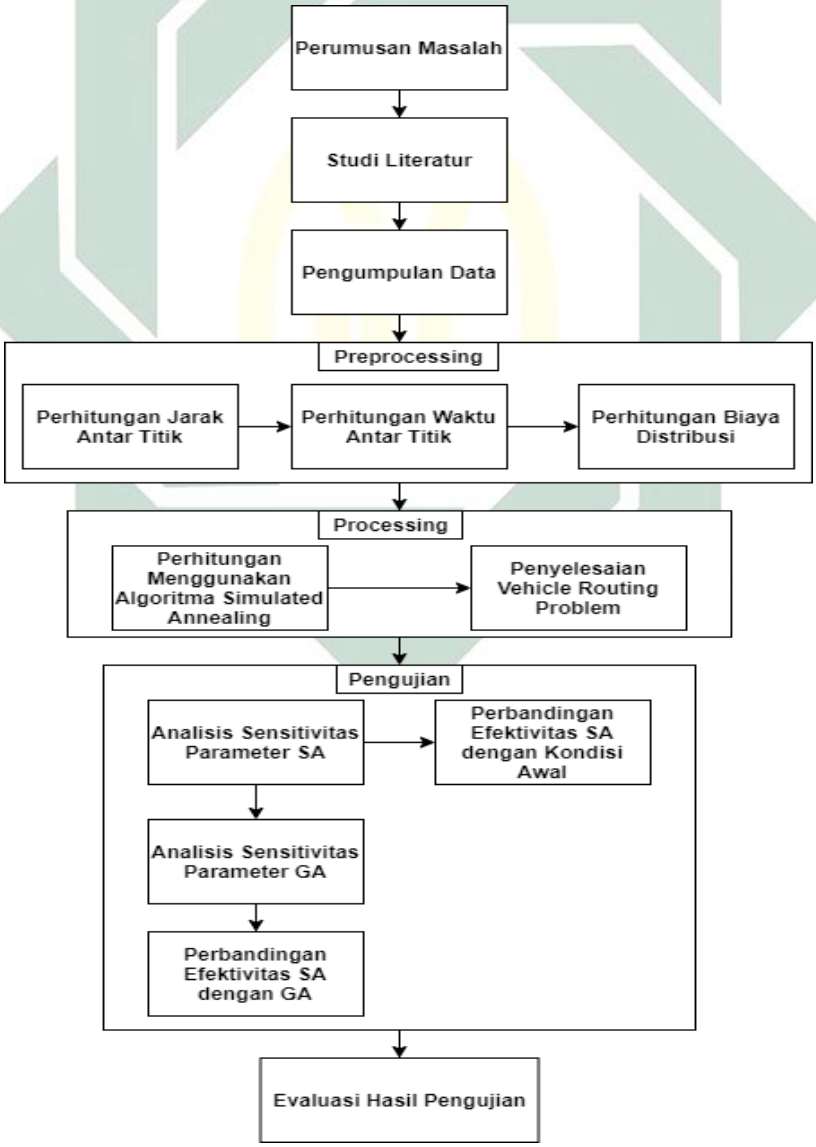
Dua ayat diatas menyebutkan bahwa Allah tidak menyukai seorang pemboros, karena sifat boros itu termasuk hasutan setan. Dengan ini diperlukan optimasi untuk meminimumkan biaya transportasi saaat proses distribusi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur rancangan penelitian dideskripsikan ke dalam bentuk diagram alur. Diagram ini dipilih dengan tujuan agar mempermudah penyampaian informasi alur penelitian yang akan dilaksanakan. Pada penelitian Implementasi *Simulated Annealing Algorithm* Untuk Penyelesaian *Vehicle Routing Problem*. Setiap proses yang dikerjakan sesuai dengan urutan pengerjaan mulai dari tahap analisis hingga pada setiap proses memiliki kriteria pengerjaan sendiri-sendiri, menjadikan sistem yang dibuat dapat dikembangkan sesuai dengan kehendak peneliti. Berikut adalah diagram alur dari penelitian skripsi yang disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berikut adalah penjelasan dari diagram alur metodologi penelitian yang telah digambarkan pada Gambar 3.1 diatas.

3.1.1 Perumusan Masalah

Pada tahap penelitian ini terdapat proses perumusan masalah yang menjadi latar belakang pembuatan penelitian implementasi *simulated annealing algorithm* untuk penyelesaian *vehicle routing problem*, sesuai dengan rumusan yang tertera dalam bab pertama di poin latar belakang. Masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah penyelesaian VRP dengan algoritma SA. Dengan menggunakan algoritma SA untuk optimasi jarak antar lokasi tujuan yang ada dalam VRP sehingga menjadikan rute dan biaya distribusi menjadi mendekati optimal.

3.1.2 Studi Literatur

Tahapan kedua adalah melakukan studi literatur yakni melakukan analisis penelitian terdahulu. Untuk penyelesaian hasil optimasi VRP dilakukan studi literatur terhadap jurnal dan buku yang telah terbit. VRP belum sepenuhnya sempurna, maka algoritma SA ditambahkan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Metode ini dipilih berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan menghasilkan keakuratan data yang baik. Hasil studi literatur yang didapat akan digunakan sebagai landasan dalam pembahasan selanjutnya.

3.1.3 Pengumpulan Data

Tahapan ketiga adalah proses pengumpulan data yang dilakukan dengan wawancara serta meminta data kepada pihak Sakinah *supermarket*. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Maret hingga April 2020. Dari hasil pengumpulan data tersebut maka didapatkan berbagai informasi terkait lokasi cabang sakinah *supermarket*, data kendaraan pengangkut, data *demand* seluruh cabang dari bulan Maret 2019 hingga Februari 2020. Berikut adalah tabel data yang didapat:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3. 1 Lokasi Cabang Sakinah supermarket di Surabaya

Daftar Lokasi Cabang Sakinah Supermarket		
No	Nama Cabang	Lokasi Cabang
1	Gudang	Jl.Keputih Tegal No.100-Surabaya
2	Cabang Keputih	Jl.Arif Rahman Hakim No.100 Sukolilo-Surabaya
3	Cabang Kejawan	Jl.Kejawan Putih Tambak No.110 - Surabaya
4	Cabang Ketintang	Jl. Ketintang Kampus Unesa-Surabaya
5	Cabang Jemur	Jl. JemurAndayani No.151-Surabaya
6	Cabang Gn.Anyar	Jl. Gunung Anyar Tengah No.29-Surabaya
7	Cabang Bulak	Jl. Kyai Tambak Deres No.64A Bulak-Surabaya
8	Cabang Kedinding	Jl.Kedinding Lor No.37A-Surabaya
9	Cabang Manukan	Jl. Wonorejo No.46 Manukan-Surabaya
10	Cabang Kendangsari	Jl.Kendangsari Lebar No.51-Surabaya
11	Cabang UPN	Jl.Rungkut Madya No.215 Medokan Ayu, Rungkut-Surabaya
12	Cabang Rungkut	Jl. Rungkut Menanggal H.J-1 Gunung Anyar-Surabaya
13	Cabang Jojoran	Jl.Jojoran 1 No.35 Mojo, Gubeng-Surabaya
14	Cabang Lidah	Jl. Wisma Lidah Kulon A-22 Lakar Santri-Surabaya
15	Cabang Semolowaru	Jl. Semolowaru No.175, Sukolilo-Surabaya
16	Cabang Tenggumung	Jl. Tenggumung Baru No.225, Pegirian, Semampir-Surabaya
17	Cabang Sukolilo	Jl. Keputih Timur Jaya No.8-8A Keputih, Sukolilo-Surabaya

Dari Tabel 3.1 Diketahui bahwa terdapat 16 cabang Sakinah *supermarket* yang berada di Surabaya. Setiap harinya barang-barang di distribusikan ke berbagai cabang yang terbesar di berbagai wilayah surabaya. Proses distribusi dilakukan menggunakan kendaraan pengankut atau truk yang memiliki kapasitas tertentu seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.2 berikut ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3. 2 Kapasitas Kendaraan Pengangkut

Kendaraan Pengangkut		
Tipe Kendaraan	Kapasitas Kendaraan	Jumlah Kendaraan
A	120 Karton	1
B	100 Karton	2
C	60 Karton	1

Dari Tabel 3.2 Diketahui bahwa terdapat empat kendaraan pengangkut untuk proses distribusi Sakinah *supermarket* yang berada di Surabaya. Empat kendaraan tersebut terdiri dari satu kendaraan dengan kapasitas 120 karton, dua kendaraan dengan kapasitas 100 karton serta satu kendaraan dengan kapasitas 60 karton.

3.1.4 *Preprocessing*

Setelah mendapatkan data yang diperlukan, tahap selanjutnya adalah *preprocessing* yakni melakukan seleksi terhadap data yang telah di dapatkan. Beberapa data yang melalui tahap preprocessing antara lain adalah data lokasi cabang yang harus di hitung jarak, waktu, serta biaya pendistribusian. Dikarenakan pihak Sakinah *Supermarket* tidak mempunyai data tersebut maka data jarak , waktu serta biaya di dapatkan saat tahap *preprocessing*.

Tahap *preprocessing* terdapat 3 langkah yakni perhitungan jarak antar titik yang dimulai dari gudang hingga cabang terakhir, perhitungan waktu yang dihitung dari lamanya waktu tempuh kendaraan pengangkut dari satu titik ke titik yang lainnya, dan yang terakhir adalah perhitungan biaya yang didapat dari perhitungan jarak dengan harga bahan bakar kendaraan pengangkut.

3.1.5 *Processing*

Setelah tahap *preprocessing*, tahap yang dilakukan selanjutnya adalah *processing*. Tahap *processing* dilakukan ketika seluruh data telah siap untuk diolah menggunakan penyelesaian VRP dan SA. Urutan tahap processing yakni perhitungan jarak terpendek menggunakan SA lalu dilakukan optimasi distribusi menggunakan penyelesaian VRP. Berikut adalah langkah-langkah yang akan dilalui dalam tahap ini:

a. Langkah awal yang di lakukan dalam SA adalah menentukan rute awal dan beberapa rute pilihan yang akan dijadikan alternatif solusi. Setelah mendapatkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

data kumpulan rute alternatif, lalu rute tersebut diolah menggunakan algoritma SA. Dalam SA terdapat parameter yang harus ditentukan sebelum perhitungan. Parameter yang dimaksud adalah suhu awal (To), suhu Akhir ($T1$), penurunan suhu (ΔT) dan faktor penurunan suhu atau Alpha (α). Dalam hal ini yang dimaksudkan parameter To adalah biaya awal, $T1$ adalah batas perhitungan biaya, ΔT adalah penurunan biaya dan α adalah faktor penurunan biaya.

b. Pilihan rute yang telah didapatkan dari proses SA lalu dimasukkan ke dalam persamaan VRP sehingga menghasilkan rute terdekat dengan biaya terendah serta optimasi kapasitas muatan kendaraan dan waktu pendistribusian.

3.1.6 Pengujian

Tahapan terkahir adalah melakukan evaluasi dari implementasi metode yang telah dilakukan. Dalam hal ini evaluasi dibagi menjadi 4 poin yakni analisis sensitivitas parameter SA, perbandingan efektivitas SA dengan keadaan awal, analisis sensitivitas parameter GA serta perbandingan efektivitas SA dengan GA. Berikut adalah penjelasannya:

a. Analisis Sensitivitas Parameter SA

Analisis sensitivitas dilakukan guna mengetahui seberapa besar dampak perubahan parameter terhadap variabel keputusan. Analisis sensitivitas juga mampu memberikan gambaran mengenai parameter apakah yang paling berpengaruh dalam sebuah algoritma (Widyani & Hakim, 2014). Beberapa parameter SA yang akan diuji adalah suhu awal (To) dan faktor penurunan suhu atau Alpha (α).

Parameter diatur sedemikian rupa guna mendapatkan hasil pengujian yang terbaik. Nilai To=500, To=1000 dan To=5000. Dimana pada setiap suhu (To) digunakan aturan penurunan suhu (Alpha) 0.22, 0.55, dan 0.99 yang nantinya parameter-parameter ini akan dilihat seberapa besar perubahannya dengan biaya, jarak, waktu dan jumlah iterasi.

b. Perbandingan Efektifitas SA dengan Keadaan Awal

Pada penelitian ini akan dijelaskan mengenai penggunaan algoritma SA dalam penyelesaian masalah VRP yang kemudian diimplementasikan pada tipe data masalah penelitian optimasi distribusi sakinah *supermarket* dengan menggunakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Matlab 2018a. Selanjutnya akan dianalisa efektivitas kedua algoritma tersebut yang diukur dari banyaknya biaya, waktu tempuh dan total jarak tempuh kendaraan berdasarkan hasil implementasi.

Untuk melihat efektivitas hasil perhitungan SA digunakan data data distribusi dari sakinah supermarket yang berjumlah 100 data. Data tersebut akan dibandingkan efektivitasnya sebelum dan sesudah dihitung menggunakan SA.

c. Analisis Sensitivitas Parameter GA

Analisis sensitivitas GA dilakukan guna menguji parameter GA sehingga mendapatkan GA yang optimal. Parameter diatur sedemikian rupa guna mendapatkan hasil pengujian yang terbaik dalam pengujian sensitivitas parameter GA. Parameter tersebut adalah Nilai $PopSize$=10, $PopSize$=20, $PopSize$=30, $PopSize$=40, $PopSize$=50, $PopSize$=60. Setelah pengujian $PopSize$ lalu dilakukan pengujian $TotalGen$ dengan nilai $TotalGen$= 500, $TotalGen$= 1000, $TotalGen$= 1500, $TotalGen$= 2000, $TotalGen$= 2500, $TotalGen$= 3000. Setelah pengujian $PopSize$ dan $TotalGen$ lalu dilakukan pengujian kombinasi probabilitas mutasi (Pm) dengan probabilitas *crossover* (Pc) dengan nilai Pm=0.1, Pm=0.5, Pm=0.9, Pc= 0.1, Pc=0.5 dan Pc=0.9 yang nantinya parameter-parameter ini akan dilihat seberapa besar perubahannya terhadap fitness.

d. Perbandingan Efektifitas SA dengan GA

Pada penelitian ini akan dijelaskan mengenai penggunaan algoritma SA dan GA dalam penyelesaian masalah VRP yang kemudian diimplementasikan pada tipe data masalah penelitian optimasi distribusi sakinah *supermarket* dengan menggunakan Matlab 2018a. Selanjutnya akan dianalisa efektivitas kedua algoritma tersebut yang diukur dari banyaknya biaya, waktu tempuh dan total jarak tempuh kendaraan berdasarkan hasil implementasi.

Pengujian Efektivitas algoritma SA dan GA menggunakan parameter-parameter yang sebelumnya telah diuji. Efektivitas algoritma SA dan GA dapat dilihat dari hasil pengujian 100 data yang di dapat dari sakinah *supermarket*. Keluaran hasil pengujian tersebut dapat berupa jumlah biaya, jumlah waktu tempuh serta total jarak tempuh. Efektifitas antar algoritma akan dibandingkan sehingga dapat di simpulkan algoritma mana yang lebih efektif dalam penerapannya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dengan judul implementasi *simulated annealing algorithm* untuk penyelesaian *vehicle routing problem*, dilaksanakan mulai awal bulan Februari 2020 sampai dengan pertengahan bulan Juli 2020. Penelitian ini dilakukan dengan studi kasus sakinah *supermarket*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan penyelesaian VRP dengan menggunakan algoritma SA. VRP adalah suatu permasalahan penentuan rute suatu kendaraan yang berawal dan berakhir pada depot tertentu untuk melayani permintaan dari sejumlah pelanggan yang tersebar di beberapa tempat dengan melibatkan lebih dari satu kendaraan. Tujuan dari permasalahan ini ialah menetapkan rute yang dapat meminimumkan jarak, waktu dan biaya tempuh kendaraan tanpa melanggar kendala kapasitas muat kendaraan pengangkut.

4.1 Perumusan Masalah

Pada tahap penelitian ini terdapat proses perumusan masalah yang menjadi latar belakang pembuatan penelitian implementasi *simulated annealing algorithm* untuk penyelesaian *vehicle routing problem*, sesuai dengan rumusan yang tertera dalam bab pertama di poin latar belakang. Masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah penyelesaian VRP dengan algoritma SA. Dengan menggunakan algoritma SA untuk optimasi jarak antar lokasi tujuan yang ada dalam VRP sehingga menjadikan rute dan biaya distribusi menjadi mendekati optimal.

4.2 Studi Literatur

Tahapan kedua adalah melakukan studi literatur yakni melakukan analisis penelitian terdahulu. Untuk penyelesaian hasil optimasi VRP dilakukan studi literatur terhadap jurnal dan buku yang telah terbit. VRP belum sepenuhnya sempurna, maka algoritma SA ditambahkan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Metode ini dipilih berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan menghasilkan keakuratan data yang baik. Hasil studi literatur yang didapat digunakan sebagai landasan dalam pembahasan selanjutnya.

4.3 Hasil Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dari bulan Maret hingga April 2020. Proses pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan meminta beberapa data distribusi kepada pihak Sakinah *Supermarket*. Dari proses pengumpulan data, didapatkan data lokasi cabang, banyaknya kendaraan pengangkut serta *demand*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

permintaan setiap cabang. Berikut adalah beberapa data yang telah didapat dari proses pengumpulan data:

Tabel 4. 1 Daftar Lokasi Cabang Sakinah Supermarket

Daftar Lokasi Cabang Sakinah Supermarket			
No	Kode	Nama Cabang	Lokasi Cabang
1	X	Gudang	Jl.Keputih Tegal No.100-Surabaya
2	A	Cabang keputih	Jl.Arif Rahman Hakim No.32 Sukolilo-Surabaya
3	B	Cabang Kejawan	Jl.Kejawan Putih Tambak No.110 - Surabaya
4	C	Cabang Ketintang	Jl. Ketintang Kampus Unesa-Surabaya
5	D	Cabang Jemur	Jl. JemurAndayani No.151-Surabaya
6	E	Cabang Gn.Anyar	Jl. Gunung Anyar Tengah No.29-Surabaya
7	F	Cabang Bulak	Jl. Kyai Tambak Deres No.64A Bulak-Surabaya
8	G	Cabang Kedinding	Jl.Kedinding Lor No.37A-Surabaya
9	H	Cabang Manukan	Jl. Wonorejo No.46 Manukan-Surabaya
10	I	Cabang Kendangsari	Jl.Kendangsari Lebar No.51-Surabaya
11	J	Cabang UPN	Jl.Rungkut Madya No.215 Medokan Ayu, Rungkut-Surabaya
12	K	Cabang Rungkut	Jl. Rungkut Menanggal H.J-1 Gunung Anyar-Surabaya
13	L	Cabang Jojoran	Jl.Jojoran 1 No.35 Mojo, Gubeng-Surabaya
14	M	Cabang Lidah	Jl. Wisma Lidah Kulon A-22 Lakar Santri-Surabaya
15	N	Cabang Semolowaru	Jl. Semolowaru No.175, Sukolilo-Surabaya
16	O	Cabang Tenggumung	Jl. Tenggumung Baru No.225, Pegirian, Semampir-Surabaya
17	P	Cabang sukolilo	Jl. Keputih Timur Jaya No.8-8A Keputih, Sukolilo-Surabaya

Tabel 4.1 terdapat 16 cabang yang terdapat di kota Surabaya dengan 1 gudang yang berfungsi sebagai pusat keberangkatan dan kembalinya kendaraan pengangkut. Setiap harinya barang-barang di distribusikan ke berbagai cabang yang terbesar di berbagai wilayah. Proses distribusi dilakukan menggunakan kendaraan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pengangkut atau truk yang memiliki kapasitas tertentu seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. 2 Kapasitas Kendaraan Pengangkut

Kendaraan Pengangkut			
No	Tipe Kendaraan	Kapasitas Kendaraan	Jumlah Kendaraan
1	A	120 Karton	1
2	B	100 Karton	2
3	C	60 Karton	1

Tabel 4.2 menujukan terdapat empat kendaraan pengangkut untuk proses distribusi Sakinah *supermarket* yang berada di Surabaya. Empat kendaraan tersebut terdiri dari satu kendaraan dengan kapasitas 120 karton, dua kendaraan dengan kapasitas 100 karton serta satu kendaraan dengan kapasitas 60 karton.

Kendaraan-kendaraan pengangkut tersebut setiap harinya mengangkut barang sesuai dengan permintaan setiap cabangnya. Data permintaan setiap cabang yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu tahun, yang dimulai dari bulan Maret 2019 hingga bulan Februari 2019. Pada Tabel 4.3 dibawah ini ditunjukkan sebagian data permintaan cabang di bulan Maret 2019.

Tabel 4. 3 Sebagian Permintaan Pelanggan di Bulan Maret 2019

Data Demand Maret 2019*/**																	
No	Tanggal	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	01/03/2019	23	29	21	19	20	28	22	17	25	27	23	21	26	22	18	21
2	02/03/2019	22	12	20	28	21	23	29	32	24	31	19	27	22	21	17	19
3	08/03/2019	27	22	13	23	24	18	18	15	24	21	14	27	25	23	31	13
4	09/03/2019	19	24	17	15	20	24	17	34	25	30	22	20	18	21	23	24
5	15/03/2019	22	23	11	23	24	18	23	20	19	22	21	17	25	28	32	25
6	16/03/2019	13	23	21	29	22	32	25	23	24	19	24	21	23	17	13	13
7	22/03/2019	17	23	28	21	34	12	17	28	23	24	25	13	32	20	19	14
8	23/03/2019	12	23	26	30	13	27	26	23	18	11	31	24	14	24	28	16
9	29/03/2019	24	14	27	18	16	28	31	30	26	19	22	24	12	20	17	21
10	30/03/2019	15	13	16	12	22	28	27	29	28	28	12	23	25	22	23	22

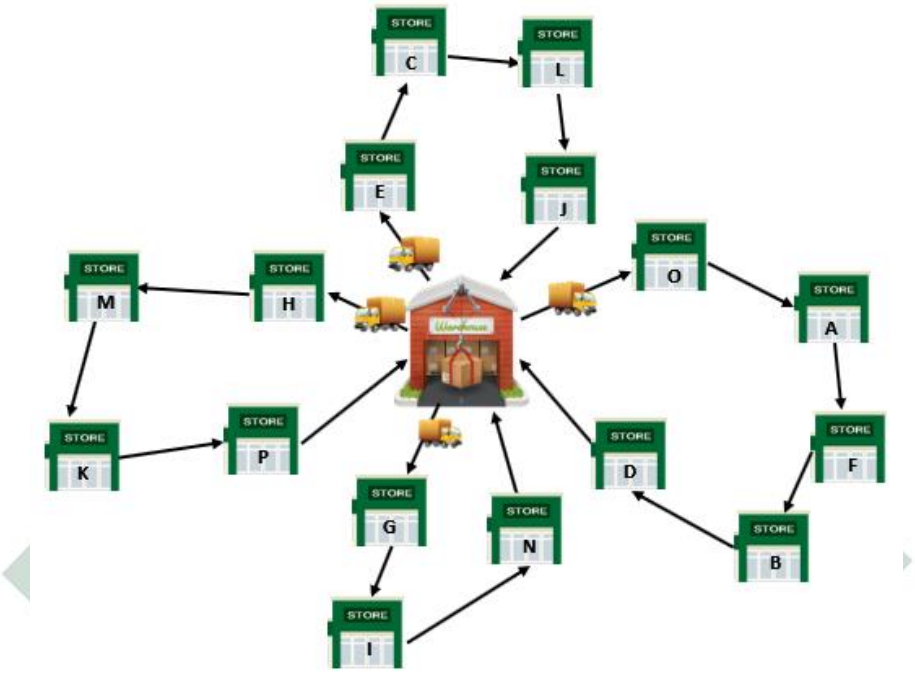
*Data *Demand* Menggunakan Jumlah Karton

**Data *Demand* selengkapnya di lampiran

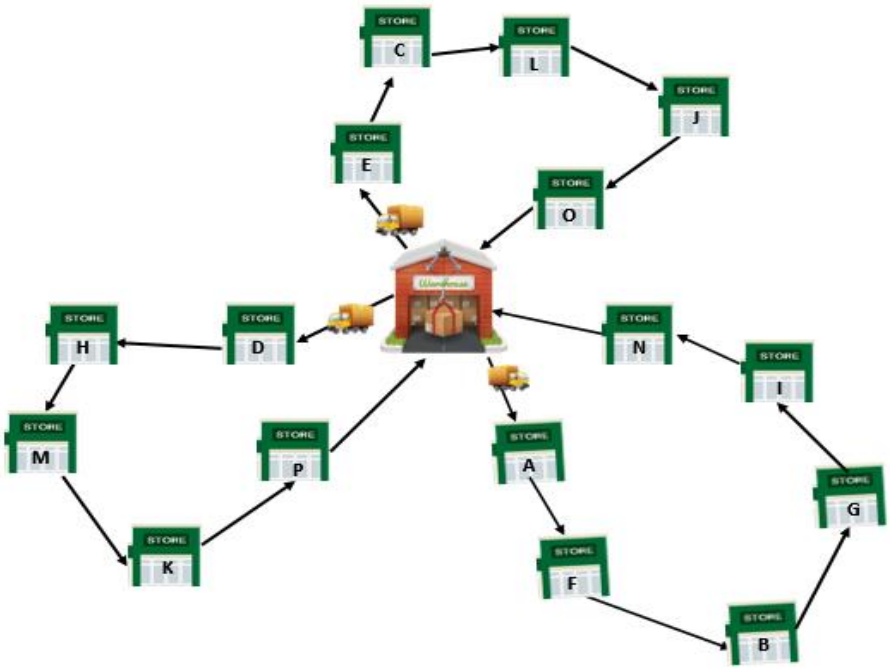
Tabel 4.3 menunjukkan beberapa data permintaan pelanggan pada bulan Maret 2019. Untuk data permintaan cabang pada bulan Mei 2019 hingga Februari 2020 dapat dilihat pada lampiran. Selain data-data diatas, terdapat pula rute distribusi yang dijadikan acuan oleh pihak Sakinah *Supermarket* untuk kegiatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penyaluran barang dengan perbedaan permintaan setiap cabang. Gambar 4.1 menunjukkan rute yang dilalui ketika kendaraan pengangkut berjumlah empat, sedangkan Gambar 4.2 menunjukkan rute yang dilalui ketika kendaraan pengangkut berjumlah tiga. Kendaraan yang digunakan dalam proses pendistribusian berbeda kapasitas muatan.



Gambar 4. 1 Rute Awal Distribusi dengan 4 Kendaraan Pengangkut



Gambar 4. 2 Rute Awal Distribusi dengan 3 Kendaraan Pengangkut

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selain tanggal merah, dalam satu minggu selalu ada empat hari pengiriman barang ke cabang yang berada di luar kota, sehingga mobil pengangkut yang digunakan di surabaya menjadi tiga mobil saja. Dikarenakan mobil pengangkut berkurang pada hari-hari tertentu, maka terdapat dua data rute distribusi tetapi dalam penelitian ini hanya membahas rute distribusi dengan menggunakan 4 kendaraan pengangkut.

Nama dan lokasi cabang dalam gambar 4.1 dan 4.2 diinisialkan menjadi huruf alphabet yang dapat di lihat pada tabel 4.1. Gambar rute di buat berdasarkan keadaan lapangan yang disampaikan oleh Sakinah *Supermarket*. Lokasi cabang tentunya tersebar diwilayah yang berbeda. Oleh karena itu kendaraan pengangkut harus memiliki rute perjalanan agar dapat meminimalkan biaya dan jarak tempuh menuju lokasi.

4.2 *Preprocessing*

4.2.1 Perhitungan Jarak Distribusi

Tahap *preprocessing* pada penelitian ini adalah memproses data- diawali dengan perhitungan jarak antara satu titik ke titik lainnya. Setiap cabang memiliki garis bujur (*latitude)* dan garis lintang (*longitude)* yang dijadikan acuan untuk perhitungan jarak antar titik yang diukur. Tabel 4.4 menunjukkan daftar titik koordinat cabang Sakinah *supermarket* yang terdiri dari *latitude* dan *longitude*.

Tabel 4. 4 Titik Koordinat Lokasi Cabang Sakinah Supermarket

Daftar Lokasi Cabang Sakinah Supermarket				
No	Nama Cabang	Lokasi Cabang	Longitude	Latitude
1	Gudang	Jl.Keputih Tegal No.100-Surabaya	112,8038989	-7,2970842
2	Cabang keputih	Jl.Arif Rahman Hakim No.32 Sukolilo-Surabaya	112,7941783	-7,2904459
3	Cabang Kejawan	Jl.Kejawan Putih Tambak No.110 - Surabaya	112,8004827	-7,2828209
4	Cabang Ketintang	Jl. Ketintang Kampus Unesa-Surabaya	112,7296950	-7,3108675
5	Cabang Jemur	Jl. JemurAndayani No.151-Surabaya	112,7413482	-7,3286012
6	Cabang Gn.Anyar	Jl. Gunung Anyar Tengah No.29-Surabaya	112,7783093	-7,3387817
7	Cabang Bulak	Jl. Kyai Tambak Deres No.64A Bulak-Surabaya	112,7756569	-7,2325711

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Daftar Lokasi Cabang Sakinah Supermarket				
No	Nama Cabang	Lokasi Cabang	Longitude	Latitude
8	Cabang Kedinding	Jl.Kedinding Lor No.37A-Surabaya	112,7716879	-7,2214702
9	Cabang Manukan	Jl. Wonorejo No.46 Manukan-Surabaya	112,6604051	-7,2680563
10	Cabang Kendangsari	Jl.Kendangsari Lebar No.51-Surabaya	112,7468463	-7,3277612
11	Cabang UPN	Jl.Rungkut Madya No.215 Medokan Ayu, Rungkut-Surabaya	112,7867405	-7,3321437
12	Cabang Rungkut	Jl. Rungkut Menanggal H.J-1 Gunung Anyar-Surabaya	112,7735531	-7,3366625
13	Cabang Jojoran	Jl.Jojoran 1 No.35 Mojo, Gubeng-Surabaya	112,7616957	-7,2722399
14	Cabang Lidah	Jl. Wisma Lidah Kulon A-22 Lakar Santri-Surabaya	112,6506583	-7,3086220
15	Cabang Semolowaru	Jl. Semolowaru No.175, Sukolilo-Surabaya	112,7767129	-7,3006750
16	Cabang Tenggumung	Jl. Tenggumung Baru No.225, Pegirian, Semampir-Surabaya	112,7562444	-7,2273694
17	Cabang sukolilo	Jl. Keputih Timur Jaya No.8-8A Keputih, Sukolilo-Surabaya	112,8075496	-7,2923431

Pencarian titik koordinat lokasi cabang Sakinah *supermarket* dilakukan menggunakan *google maps*. Setelah mendapatkan data koordinat titik cabang Sakinah *supermarket*, titik tersebut dijadikan acuan perhitungan jarak antar lokasi cabang Sakinah *Supermarket* agar mendapatkan hasil yang valid dan relevan. Hsil dari pengukuran jarak melalui *google maps* dapat di dlihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4. 5 Jarak Antar Cabang Sakinah Supermarket

Jarak Lokasi Antar Cabang*																	
	X	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
X	0,0	1,7	2,0	11,3	10,2	8,4	11,5	12,0	19,5	9,7	7,8	8,3	7,7	21,6	4,7	12,6	2,0
A	1,7	0,0	1,3	10,8	9,6	7,9	10,6	11,1	17,8	9,6	7,3	7,8	6,0	20,0	3,5	11,7	1,5
B	2,0	1,3	0,0	12,1	10,9	9,2	9,4	9,9	18,6	10,4	8,6	9,1	6,9	20,8	4,8	10,5	1,8
C	10,7	9,9	11,7	0,0	4,1	9,5	12,8	13,3	12,6	5,1	9,6	8,6	7,5	9,6	6,7	11,6	11,6
D	10,6	10,0	11,3	4,3	0,0	5,4	16,8	17,5	16,9	1,0	6,0	4,5	8,1	13,7	6,6	14,7	11,5
E	7,3	7,3	8,6	9,5	5,8	0,0	14,3	14,8	21,5	5,7	2,4	1,1	9,7	18,8	4,9	15,4	8,2
F	10,9	10,1	8,9	12,4	13,8	14,3	0,0	2,3	17,0	13,3	13,9	14,4	6,3	20,6	10,1	4,4	10,7
G	12,4	11,6	10,4	13,9	16,2	15,9	2,5	0,0	17,4	14,7	15,4	15,8	7,8	22,7	11,6	2,1	12,2
H	19,8	18,1	18,9	13,7	16,2	20,7	17,4	17,9	0,0	17,2	20,2	20,6	14,4	7,7	16,5	15,2	19,6
I	10,2	10,4	11,6	5,7	3,1	4,8	17,0	17,9	19,4	0,0	5,4	3,8	8,3	15,8	6,8	15,5	11,2
J	7,4	7,4	8,7	9,3	5,7	2,2	14,4	14,9	21,6	5,6	0,0	2,2	9,8	18,7	4,9	15,5	8,2
K	7,8	7,8	9,1	8,5	4,9	1,1	14,8	15,3	21,0	4,7	2,9	0,0	9,0	17,9	5,4	15,9	8,7
L	7,6	5,9	6,7	7,8	8,0	10,3	6,3	8,5	15,3	7,5	9,7	10,2	0,0	17,8	5,3	7,5	7,4
M	20,5	18,9	20,9	9,6	15,5	19,9	22,4	22,9	6,6	16,4	19,4	19,9	18,2	0,0	16,8	20,1	21,4
N	3,9	8,4	4,7	8,0	7,0	5,1	10,1	10,9	17,3	6,4	4,6	5,0	5,3	18,4	0,0	11,5	4,8
O	12,5	11,6	10,4	12,6	15,0	16,0	3,8	2,1	15,8	14,8	15,4	15,9	7,2	20,8	11,6	0,0	12,3
P	2,0	1,5	1,3	12,1	11,1	9,4	10,7	11,8	19,8	10,6	8,8	9,3	7,5	22,1	5,0	12,0	0,0

*Satuan Jarak dalam KM

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.5 menampilkan data jarak yang ditempuh mobil penangkut dari suatu lokasi cabang ke cabang yang lainnya. Jarak diukur menggunakan satuan jarak kilometer. Perhitungan dilakukan dengan cara memasukkan titik koordinat lokasi asal dan lokasi tujuan yang telah terdapat pada tabel 4.4. Dengan cara tersebut maka didapatkan hasil perhitungan jarak antar cabang yang relevan.

4.2.2 Perhitungan Waktu Distribusi

Setelah mendapatkan data jarak antar lokasi cabang, langkah selanjutnya adalah pengukuran waktu tempuh. Pengukuran waktu tempuh juga dilakukan menggunakan google *maps*. Pengukuran tidak dilakukan pada siang hari, karena keadaan jalan pada siang hari atau jam kerja terlalu padat sehingga tidak akan mendapatkan waktu tercepat. Pengukuran waktu tempuh dilakukan pada malam hari untuk mendapatkan waktu tempuh yang tercepat. Tabel 4.6 menunjukkan seluruh waktu tempuh yang digunakan untuk melakukan perjalanan antar cabang.

Tabel 4. 6 Waktu Tempuh Antar Cabang

Waktu Tempuh Antar Cabang*																	
	X	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
X	0	5	6	30	25	20	28	28	50	26	18	20	20	51	14	32	5
A	5	0	4	26	22	17	24	24	45	23	15	16	15	47	10	27	4
B	6	4	0	32	27	21	22	22	46	28	19	21	16	50	14	25	5
C	28	25	31	0	12	25	31	32	31	15	23	23	21	23	19	28	28
D	26	25	29	11	0	14	38	39	38	3	14	11	20	33	16	34	24
E	19	16	21	23	16	0	31	31	49	15	6	4	22	43	12	34	23
F	24	21	18	31	32	30	0	7	44	32	27	29	15	48	22	16	23
G	26	23	20	33	35	5	5	0	49	37	31	32	17	48	25	9	25
H	52	46	47	33	40	51	41	46	0	44	50	52	38	20	43	41	51
I	26	23	27	17	9	12	40	36	45	0	13	10	24	39	9	43	26
J	18	16	20	23	17	6	31	31	52	15	0	6	22	45	12	35	19
K	19	17	22	20	14	3	34	34	52	13	7	0	22	42	13	36	20
L	19	14	15	23	21	24	16	21	44	22	23	23	0	39	14	20	18
M	46	43	48	22	33	46	51	52	17	37	44	46	41	0	37	45	47
N	12	9	13	22	16	13	24	26	50	18	11	13	15	46	0	28	13
O	32	29	25	34	38	38	12	8	48	42	37	39	22	56	31	0	31
P	6	4	5	31	27	21	25	30	54	28	20	22	19	56	15	31	0

*Satuan Waktu Dalam Menit

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.6 menunjukkan waktu tempuh yang dibutuhkan kendaraan pengangkut dari sutau titik cabang ke titik cabang lainnya. Pendataan waktu tempuh digunakan pula sebagai acuan perhitungan biaya agar lebih valid.

4.2.3 Perhitungan Biaya Distribusi

Data yang dibutuhkan setelah data perhitungan waktu distribusi yakni data biaya yang dikeluarkan ketika distribusi. Data biaya didapatkan dengan cara perhitungan sebagai berikut:

a. Mengetahui harga saat ini yakni senilai Rp.5.150
b. Mengetahui biaya pengeluaran untuk bahan bakar per hari yakni sanilai Rp. 100.000
c. Penghitungan jarak yang ditempuh tiap hari sekitar 151 Km
d. Menentukan kebutuhan solar per hari dengan cara menghitung biaya pengeluaran setiap hari/harga solar saat ini maka didapatkan hasil 19,5 liter solar yang dibutuhkan perhari.
e. Menentukan jumlah solar yang dibutuhkan dalam perjalanan perkilometer dapat dilakukan dengan menghitung jumlah (liter) solar perhari/jarak tempuh perhari maka didapatkan 0,13 liter solar yang digunakan dalam 1 Km.
f. Untuk mengetahui harga solar yang digunakan per kilometer perjalanan maka dihitung kebutuhan solar perkilometer dikalikan dengan harga solar lalu didapatkan biaya solar perkilometer yakni Rp.665

Setelah mendapatkan biaya solar perkilometer lalu dihitung biaya yang dibutuhkan kendaraan pengagkut dari satu titik ke titik yang lain. Biaya dihitung berdasarkan kilometer yang ditempuh kendaraan pengengkut. Biaya di sajikan dalam Tabel 4.7 berikut ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4. 7 Biaya Perjalanan Kendaraan Pengangkut

	Biaya																
	X	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
X	0	1.131	1.330	7.515	6.783	5.586	7.648	7.980	12.968	6.451	5.187	5.520	5.121	14.364	3.126	8.379	1.330
A	1.131	0	865	7.182	6.384	5.254	7.049	7.382	11.837	6.384	4.855	5.187	3.990	13.300	2.328	7.781	998
B	1.330	865	0	8.047	7.249	6.118	6.251	6.584	12.369	6.916	5.719	6.052	4.589	13.832	3.192	6.983	1.197
C	7.116	6.584	7.781	0	2.727	6.318	8.512	8.845	8.379	3.392	6.384	5.719	4.988	6.384	4.456	7.714	7.714
D	7.049	6.650	7.515	2.860	0	3.591	11.172	11.638	11.239	665	3.990	2.993	5.387	9.111	4.389	9.776	7.648
E	4.855	4.855	5.719	6.318	3.857	0	9.510	9.842	14.298	3.791	1.596	732	6.451	12.502	3.259	10.241	5.453
F	7.249	6.717	5.919	8.246	9.177	9.510	0	1.530	11.305	8.845	9.244	9.576	4.190	13.699	6.717	2.926	7.116
G	8.246	7.714	6.916	9.244	10.773	10.574	1.663	0	11.571	9.776	10.241	10.507	5.187	15.096	7.714	1.397	8.113
H	13.167	12.037	12.569	9.111	10.773	13.766	11.571	11.904	0	11.438	13.433	13.699	9.576	5.121	10.973	10.108	13.034
I	6.783	6.916	7.714	3.791	2.062	3.192	11.305	11.904	12.901	0	3.591	2.527	5.520	10.507	4.522	10.308	7.448
J	4.921	4.921	5.786	6.185	3.791	1.463	9.576	9.909	14.364	3.724	0	1.463	6.517	12.436	3.259	10.308	5.453
K	5.187	5.187	6.052	5.653	3.259	732	9.842	10.175	13.965	3.126	1.929	0	5.985	11.904	3.591	10.574	5.786
L	5.054	3.924	4.456	5.187	5.320	6.850	4.190	5.653	10.175	4.988	6.451	6.783	0	11.837	3.525	4.988	4.921
M	13.633	12.569	13.899	6.384	10.308	13.234	14.896	15.229	4.389	10.906	12.901	13.234	12.103	0	11.172	13.367	14.231
N	2.594	5.586	3.126	5.320	4.655	3.392	6.717	7.249	11.505	4.256	3.059	3.325	3.525	12.236	0	7.648	3.192
O	8.313	7.714	6.916	8.379	9.975	10.640	2.527	1.397	10.507	9.842	10.241	10.574	4.788	13.832	7.714	0	8.180
P	1.330	998	865	8.047	7.382	6.251	7.116	7.847	13.167	7.049	5.852	6.185	4.988	14.697	3.325	7.980	0

*Mata Uang yang Digunakan Adalah Rupiah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.7 menunjukan hasil perhitungan biaya bahan bakar yang dibuuhkan kendandaraan pengangkut dari satu titik ke titik yang lain. Biaya dijabarkan dalam bentuk tabel agar lebih mudah dalam menentukan biaya yang diperlukan untuk suatu rute perjalanan. Dalam hal ini biaya sebagai hal yang akan dihitung hingga dihasilkan biaya yang paling optimal.

4.*3 Processing*

Pada tahap *processing* terdiri dari dua langkah yang dilakukan guna pemrosesan data berupa perhitungan algoritma SA menggunakan data-data yang telah didapatkan guna pencarian rute terbaik untuk penyelesaian VRP. Berikut adalah langkah penyelesaian algoritma SA dan VRP.

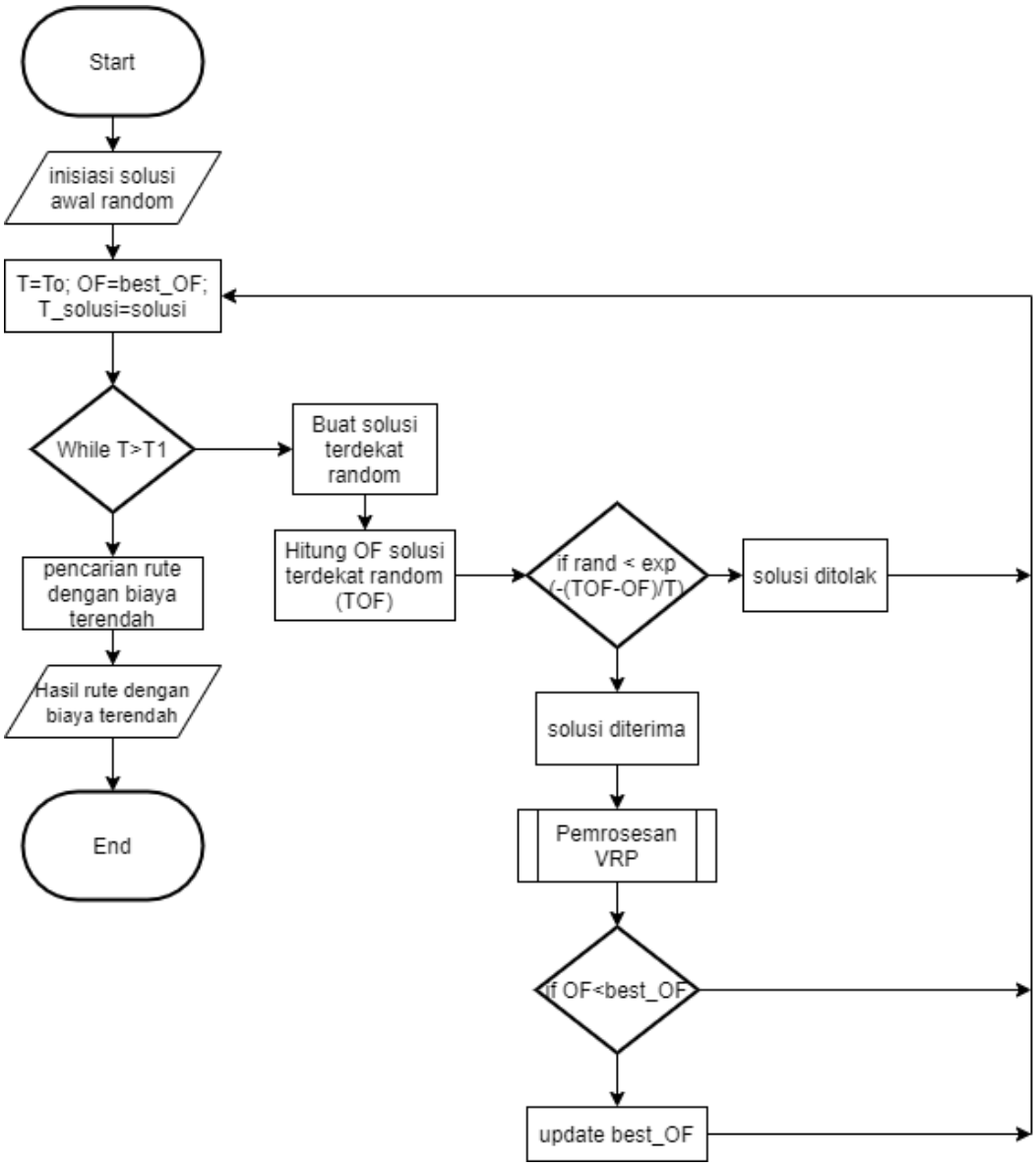
4.3.1 Perhitungan *Algoritma Simulated Annealing*

Langkah awal yang dilakukan dalam *processing* yakni perhitungan algoritma SA. Algoritma SA mengacak prosedur pencarian lokal dan dalam beberapa kasus memungkinkan perubahan solusi yang memperburuk solusi. Upaya ini berguna untuk mengurangi kemungkinan solusi terperangkap dalam suboptimal lokal (Leung et al., 2010). Dalam perhitungannya, *simualated annealing algorithm* membutuhkan data jarak dan biaya. Dari data jarak dan biaya yang dihitung, algoritma SA mencari squence sehingga menghasilkan biaya terendah dalam suatu rute. Dengan persamaan rumus 2.8 maka dapat dijelaskan alur perhitungan dalam pseudecode berikut ini:

```
1. Inisialisasi parameter
2. Inisialisai solusi sequence
3. Hitung Objective Function
4. Tetapkan OF sebagai best_OF
5. T=T0
6. while T>T1
7. buat solusi tetangga T_solusi
8. hitung Objective Function Tetangga
9. if rand<exp(-(TOF-OF)/T), solusi diterima
10.else solusi ditolak;
11. if OF<best_OF, lalu update best_OF  OF
12. Lalu kembali ke OF
```


digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dari pseudecode diatas dapat digambarkan alur perhitungan SA pada sistem sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Flowchart simulated annealing algorithm *dalam program*

Dari flowchart diatas dijelaskan proses perhitungan SA yang dimulai dengan inisialisasi parameter yakni suhu awal, suhu akhir dan faktor penurunan suhu. Parameter suhu awal sama halnya dengan biaya awal. Dimana biaya dari solusi awal nantinya akan menurun seiring proses penurunan suhu. Proses penurunan biaya dipengaruhi oleh faktor penurunan suhu yang nantinya akan berpengaruh pada proses penurunan biaya. Parameter yang dipilih berdasarkan hasil pengujian parameter. Parameter ditentukan berdasarkan studi literatur yang mengusulkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

suhu awal sebaiknya dimulai dari suhu yang sangat tinggi, kemudian mendinginkannya dengan cepat sampai diterima sekitar 60% dari penyelesaian lebih buruk. Setelah itu, barulah dimulai pendinginan secara perlahan-lahan.

Setelah inisialisasi parameter, lalu dilakukan inisialisasi solusi *squence*. Solusi *squence* ini digunakan sebagai rute awal perhitungan algoritma SA. Setelah mendapat solusi awal, lalu dihitung *objective function* (OF) pada *squence* tersebut. OF yang dimaksudkan adalah total biaya yang ada pada solusi *squence*. Dalam perhitungan algoritma ini, total biaya berperan penting untuk melakukan perjalanan penurunan suhu. OF yang telah dihitung ditetapkan sebagai best_OF yakni OF terbaik awal. Dengan artian inisialisasi solusi awal adalah *squence* dan OF yang ada dalam rute awal.

Setelah itu ditetapkan pula keadaan awal yakni $T = T0$, dimana $T0$ adalah suhu mula-mula dengan $T1$ adalah suhu akhir. Setelah itu, selama $T > T1$ maka buat solusi tetangga T_solusi. T_solusi adalah solusi *squence* yang dibuat mendekati solusi yang sebelumnya. Pembuatan T_solusi menggunakan fungsi *swap* yang memungkinkan *exchange* antar titik, misalnya exchange antara titik ketiga dan titik ke enam dimana letak titik ketiga mejadi titik ke enam begitupun sebaliknya.

Setelah mendapatkan T_solusi maka dihitung *objective function* tetangga (TOF). TOF adalah total biaya dari *squence* yang didapat dari pembentukan T_solusi. Eksponen (exp) perubahan selisih TOF dengan OF yang telah dibuat sebelumnya akan menghasilkan probability. Jika angka random antara nol hingga satu kurang dari probability yang telah dihasilkan, maka usulan TOF dengan T_solusi itu diterima. Jike sebaliknya maka usulan OF dengan T_solusi itu di tolak.

Ketika telah mendapatkan T_solusi, proses selanjutnya adalah perhitungan VRP. Dimana VRP akan menghitung batasan-batasan yang ada. Setelah melalui proses VRP dan jika T_solusi yang dibangun dan TOF yang dihasilkan lebih baik dari best_OF pada awal perhitungan, maka nilai best_OF dijadikan OF yang baru dan lebih baik. Dengan demikian perhitungan algoritma SA di ulangi hingga mencapai parameter $T1$ yang telah ditetapkan.

4.3.2 Penyelesaian Vehicle Routing Problem

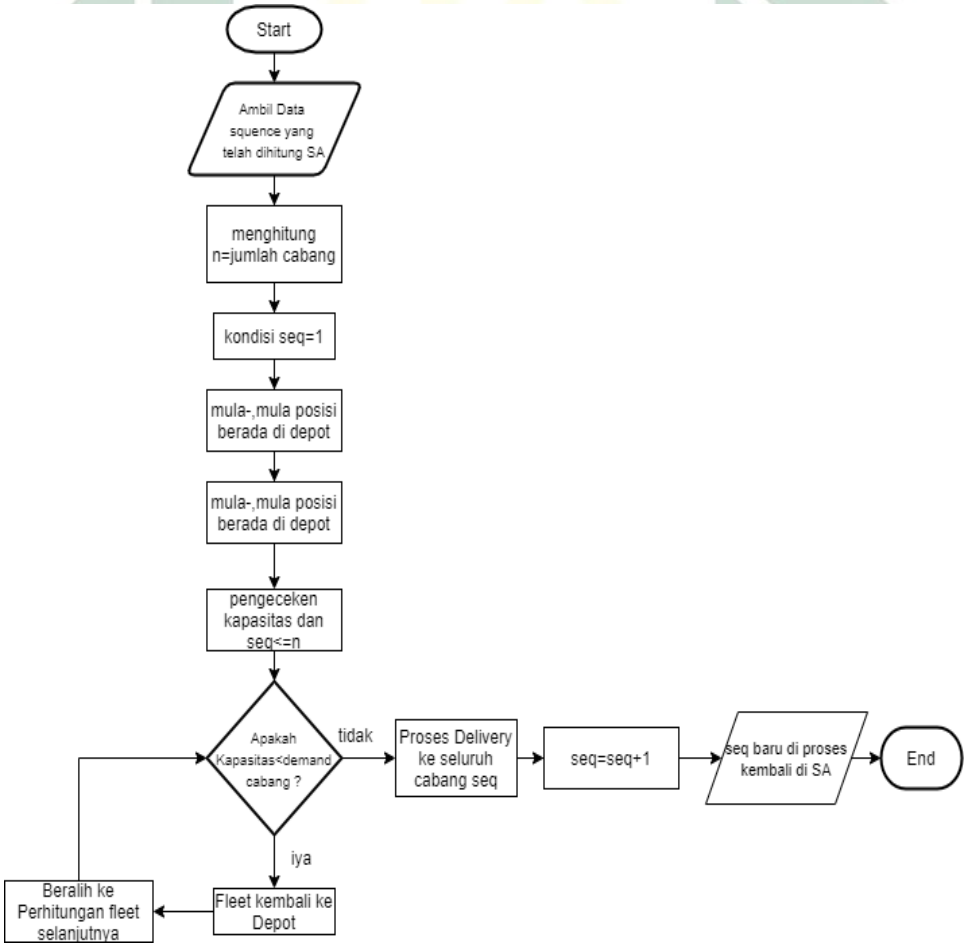
Langkah yang dilakukan dalam *processing* selanjutnya yakni penyelesaian masalah VRP. Dalam perhitungannya, VRP membutuhkan data *demand*, kapasitas

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kendaraan dan waktu tempuh. Dari data *demand*, kapasitas kendaraan dan waktu tempuh yang dihitung, VRP mendapatkan squence sehingga menghasilkan biaya terendah dalam suatu rute. Perhitungan VRP di jelaskan dalam pseudecode berikut ini.

```
1.  Ambil data sequence, contoh =[2,4,6,5,3]
2.  n = jumlah cabang
3.  seq=1
4.  Untuk fleet 1:K
5.  Mula-mula posisi di depot
6.  Selama kapasitas masih ada seq<=n
7.  if kapasitas< demand cabang seq atau seq>n
8.  fleet kembali ke depot
9.  lanjut ke fleet selanjutnya;
10. else
11. delivery ke seluruh cabang seq
12. seq=seq+1
```

Dari pseudecode diatas dapat digambarkan alur penyelesaian VRP pada sistem sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Flowchart Penyelesaian VRP

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

VRP adalah penyelesaian untuk menemukan biaya terendah yang akan digunakan dalam proses distribusi. Dalam gambar 4.4 digambarkan *flowchart* langkah-langkah penyelelasian VRP. Dalam hal ini VRP berhubungan erat dengan SA karena untuk mendapatkan *squence* rute harus melalui proses perhitungan menggunakan SA terlebih dahulu.

Langkah pertama dari VRP adalah mengambil data *squence* yang telah diusulkan oleh SA. Setelah mendapat data *squence* atau usulan solusi rute, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah cabang atau node yang akan dilalui dimana $n = jumlah\ cabang$.

Dalam *pseudecode* terdapat $seq = 1$ yang berarti mula-mula tujuan awal atau rute keberangkatan selalu berada pada node nomor 1. Setelah itu terdapat fleet $1{:}\,\mathrm{K}$ yang berarti perhitungan jumlah total kendaraan pengangkut yang akan digunakan. Kendaraan pengangkut yang akan digunakan mempunyai kapasitas yang berbeda, sehingga harus diketahui secara detail untuk kapasitas kendaraan pengangkut yang akan digunakan.

Kondisi awal VRP mengharuskan mula-mula posisi awal seluruh kendaraan pengangkut selalu berada di depot dengan keadaan penuh. Selama kapasias kendaraan masih ada dan dapat memuat demand yang dibutuhkan cabang, maka akan terus dilakukan *routing* jalur terbaik. Lalu jika keadaan $kapasitas < demand\ cabang\ squence$ atau $squence > n$ maka kendaraan akan kembali ke depot dan akan beralih menuju ke perhitungan fleet selanjutnya.

Setelah itu terdapat keadaan lain yakni jika kapasitas itu telah penuh, maka akan ada proses *delivery* ke cabang *squence* yang telah ditentukan. *Squence* dalam kondisi ini disebut *squence* kesatuan karena akan melibatkan seluruh node yang ada didalamnya. Dalam *squence* kesatuan terdapat situasi dimana satu kendaraan hanya boleh melewati satu node sebanyak satu kali.Keadaan ini akan diulang hingga semua squence selesai dan semua node telah dilewati.

4.3.3 Implementasi Sistem

1. Pembuatan Dataset

Tahap pertama dalam implementasi sistem adalah pembuatan dataset. Dataset dibuat dan disimpan di dalam excel. Dalam dataset tersebut terdapat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

beberapa data yang telah disiapkan guna menyelesaikan VRP. Data yang ada dalam dataset adalah jarak, biaya, waktu, jumlah cabang, lokasi cabang, jumlah kendaraan pengangkut, kapasitas kendaraan pengangkut serta *demand* yang dibutuhkan setiap cabang. Dataset tersebut nantinya akan diproses sehingga mendapatkan hasil dengan rute tercepat serta biaya terendah.

2. Penerapan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan ini adalah matlab R2018a. Matlab digunakan sebagai tools penerapan perangkat lunak pada penelitian ini karena memiliki beberapa *library* fungsi matematika yang cukup banyak.

Pertama kali yang harus dilakukan adalah menyimpan data-data yang telah didapatkan didalam dataset yang telah dipersiapkan. Data ini meliputi jarak, biaya, waktu, jumlah cabang, lokasi cabang, jumlah kendaraan pengangkut, kapasitas kendaraan pengangkut serta *demand* yang dibutuhkan setiap cabang. Setelah dataset siap, lalu dimulailah penetapan parameter untuk fungsi SA dan VRP. Setelah parameter telah di tetapkan, fungsi SA akan memanggil beberapa data yang dibutuhkan dalam perhitungan SA yakni data jarak dan biaya.

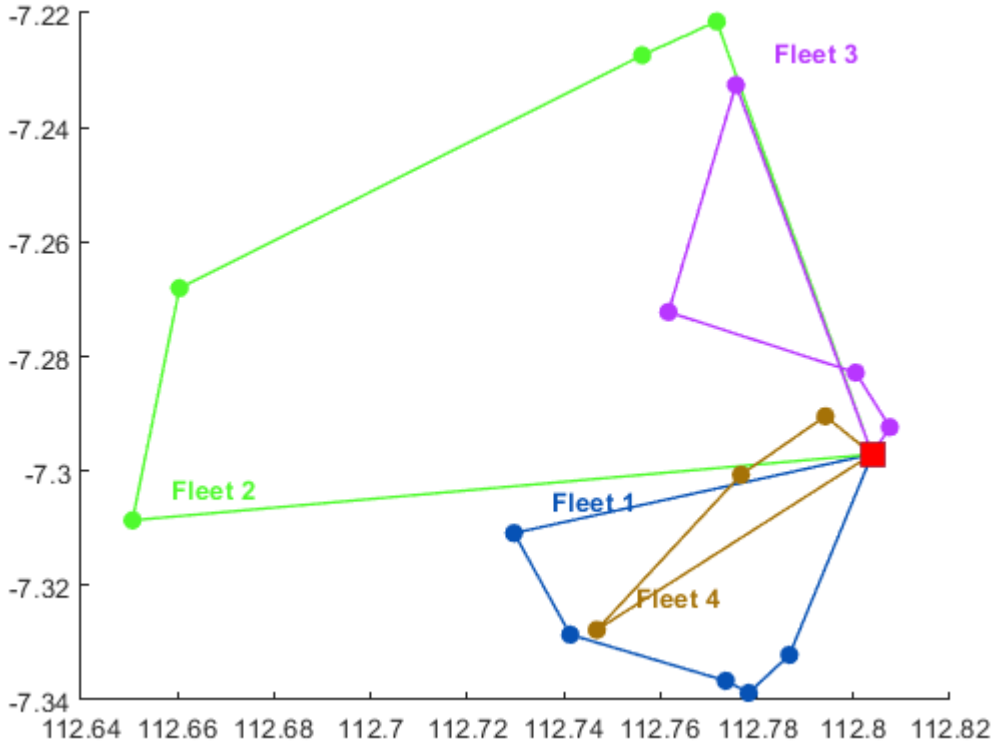
Data yang telah diambil oleh SA akan di proses sehingga menghasilkan *squence* yang akan dilanjutkan untuk proses penyelesaian VRP. Selanjutnya, proses VRP mengolah data *squence* yang telah di dapat dari SA dengan aturan dan batasan tertentu. VRP mengloah data *squence* tersebut dengan beberapa batasan yang telah dijelaskan pada Bab II. Batasan tersebut digunakan agar output yang dihasilkan dapat sesuai dengan keinginan dan pembahasan penelitian tidak melebar.

1. *Output* Hasil Penyelesaian *Vehicle Routing Problem*

Proses perhitungan optimasi akan dilakukan ketika kita menjalankan program matlab. Matlab akan memproses optimasi SA lalu dilanjutkan menuju penyelesaian VRP. Hasil dari optimasi adalah rute distribusi ke seluruh cabang, jumlah kendaraan yang dibutuhkan, total waktu yang dibutuhkan, biaya yang dibutuhkan, total jarak yang dilalui, serta kapasitas yang dapat dimuat kendaraan pengangkut untuk melakukan distribusi barang ke seluruh *node*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

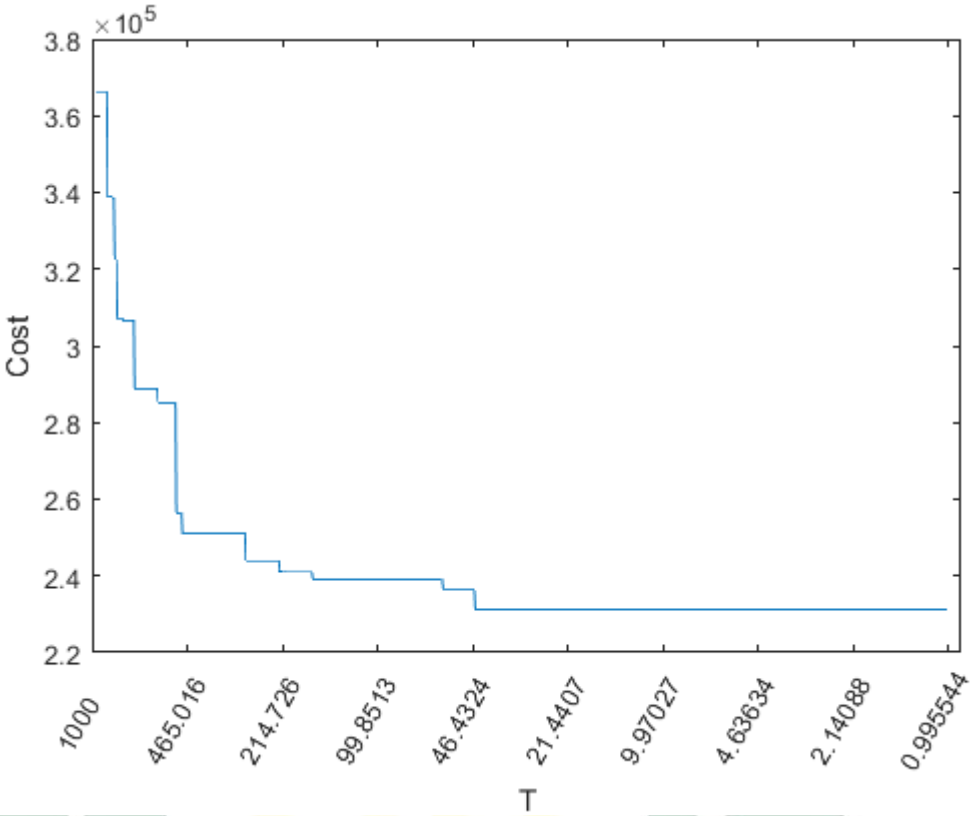
Data yang digunakan untuk menampilkan hasil optimasi adalah data pada tanggal 3 januari 2020 dengan menggunakan 3 kendaraan pengangkut. Hasil optimasi berdasarkan data tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 5 Hasil Pencarian Rute dengan 4 Kendaraan Pengangkut

Gambar 4.5 menunjukkan hasil pencarian rute menggunakan 4 kendaraan pengangkut dengan kapasitas yang berbeda. Untuk sumbu *y* menunjukkan titik *latitute* dan sumbu *x* menunjukkan titik *longitude* keberadaan lokasi cabang. Dalam gambar diatas dijelaskan bahwa kendaraan 1 ditunjukkan dengan garis biru dan melewati 5 *node*, kendaraan 2 ditunjukkan dengan garis hijau dan melewati 4 *node*, kendaraan 3 yang ditunjukkan dengan garis ungu dan melewati 4 *node* serta kendaraan 4 ditunjukkan dengan garis coklat dan melewati 3 *node*. Semua kendaraan pengangkut berawal dan berakhir di depot yang ditunjukkan oleh node dengan kotak merah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4. 6 Grafik Penurunan Jumlah Biaya Distribusi

Gambar 4.6 menunjukkan grafik penurunan jumlah biaya yang dikeluarkan selama penurunan dalam proses distribusi. Untuk sumbu *y* menunjukkan cost yang dihitung dengan *schema* kelipatan 0,2 dan untuk mengetahui nominalnya dikalikan 10^5, sedangkan sumbu *x* menunjukkan banyaknya iterasi yang dilalui sehingga mencapai suhu terendah untuk mengakhiri iterasi. Dalam gambar diatas menunjukkan hasil dimana biaya selalu menurun setiap penurunan suhu sehingga mendapatkan hasil akhir yang *flat*. Jika grafik biaya sudah menunjukkan keadaan biaya yang stabil, maka hasil tersebut dirasa telah cukup dan layak untuk dijadikan *output*.

Selain grafik biaya dan rute, *output* dari program ini adalah penjabaran atas grafik tersebut. Penjabaran tersebut berisi titik yang dilewati, jumlah biaya setiap rute, jumlah jarak setiap rute, jumlah demand yang dapat dimuat oleh kendaraan, serta waktu yang ditempuh dalam suatu rute kendaraan. Penjabaran dapat dilihat dalam gambar 4.7, 4.8 dan 4.9 berikut ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

==========

Fleet 1

Tipe: 1

Kapasitas: 120

node	biaya	jarak	demand	Kapasitas	Datang	Pergi	Long	Lat
1	0	0	0	120	0	0	112.8	-7.2971
11	5187	7.8	11	109	18	48	112.79	-7.3321
6	6650	10	13	96	54	84	112.78	-7.3388
12	7381.5	11.1	31	65	88	118	112.77	-7.3367
5	10640	16	30	35	132	162	112.74	-7.3286
4	13500	20.3	26	9	173	203	112.73	-7.3109
1	20615	31	0	9	231	231	112.8	-7.2971

Gambar 4. 7 Output Data Rute Kendaraan 1

Untuk Gambar 4.7 terlihat bahwa rute yang dilalui oleh kendaraan pertama adalah *node* 1, 11, 6, 12, 5, 4, 1 dengan biaya sebesar Rp. 20.615 dan jarak sebesar 31,1 Km. Kendaraan tersebut memiliki kapasitas 120 karton, pada rute ini kendaraan dapat memuat 111 karton dengan sisa muatan sebanyak 9 karton. Waktu yang dibutuhkan dalam melakukan perjalanan rute ini adalah 231 menit dengan *loading time* di setiap *node* nya sebesar 30 menit. Dalam output ini terdapat pula *node* lokasi yang dilalui kendaraan pengangkut pertama.

==========

Fleet 2

Tipe: 2

Kapasitas: 100

node	biaya	jarak	demand	Kapasitas	Datang	Pergi	Long	Lat
1	0	0	0	100	0	0	112.8	-7.2971
8	7980	12	26	74	28	58	112.77	-7.2215
16	9376.5	14.1	28	46	67	97	112.76	-7.2274
9	19884	29.9	23	23	145	175	112.66	-7.2681
14	25004	37.6	14	9	195	225	112.65	-7.3086
1	38637	58.1	0	9	271	271	112.8	-7.2971

Gambar 4. 8 Output Data Rute Kendaraan 2

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa rute yang dilalui oleh kendaraan kedua adalah *node* 1, 8, 16, 9, 14, 1 dengan biaya sebesar Rp. 38.637 dan jarak sebesar 58,1 Km. Kendaraan tersebut memiliki kapasitas 100 karton, pada rute ini kendaraan dapat memuat 91 karton dengan sisa muatan sebanyak 9 karton. Waktu yang dibutuhkan dalam melakukan perjalanan rute ini adalah 271 menit dengan *loading time* di setiap *node* nya sebesar 30 menit. Dalam output ini terdapat pula *node* lokasi yang dilalui kendaraan pengangkut kedua.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

==========
Fleet 3
Tipe: 3
Kapasitas: 100

node	biaya	jarak	demand	Kapasitas	Datang	Pergi	Long	Lat
1	0	0	0	100	0	0	112.8	-7.2971
17	1330	2	16	84	5	35	112.81	-7.2923
3	2194.5	3.3	23	61	40	70	112.8	-7.2828
13	6783	10.2	24	37	86	116	112.76	-7.2722
7	10973	16.5	27	10	132	162	112.78	-7.2326
1	18221	27.4	0	10	186	186	112.8	-7.2971

Gambar 4. 9 Output Data Rute Kendaraan 3

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa rute yang dilalui oleh kendaraan ketiga adalah *node* 1, 17, 3, 13, 7, 1 dengan biaya sebesar Rp. 18.221 dan jarak sebesar 27,4 Km. Kendaraan tersebut memiliki kapasitas 100 karton, pada rute ini kendaraan dapat memuat 90 karton dengan sisa muatan sebanyak 10 karton. Waktu yang dibutuhkan dalam melakukan perjalanan rute ini adalah 186 menit dengan *loading time* di setiap *node* nya sebesar 30 menit. Dalam output ini terdapat pula *node* lokasi yang dilalui kendaraan pengangkut ketiga.

==========
Fleet 4
Tipe: 4
Kapasitas: 60

node	biaya	jarak	demand	Kapasitas	Datang	Pergi	Long	Lat
1	0	0	0	60	0	0	112.8	-7.2971
2	1130.5	1.7	12	48	5	35	112.79	-7.2904
15	3458	5.2	24	24	45	75	112.78	-7.3007
10	7714	11.6	18	6	93	123	112.75	-7.3278
1	14497	21.8	0	6	149	149	112.8	-7.2971

==========
Tidak adak yang gagal!

Gambar 4. 10 Output Data Rute Kendaraan 4

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa rute yang dilalui oleh kendaraan keempat adalah *node* 1, 2, 15, 10, 1 dengan biaya sebesar Rp. 14.497 dan jarak sebesar 21,8 Km. Kendaraan tersebut memiliki kapasitas 60 karton, pada rute ini kendaraan dapat memuat 54 karton dengan sisa muatan sebanyak 6 karton. Waktu yang dibutuhkan dalam melakukan perjalanan rute ini adalah 149 menit dengan *loading time* di setiap *node* nya sebesar 30 menit. Dalam output ini terdapat pula *node* lokasi yang dilalui kendaraan pengangkut keempat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.7, 4.8, 4.9 dan 4.10 menjelaskan hasil data yang telah dihitung menggunakan SA dan VRP. Pada gambar ini terdapat pula keterangan bahwa seluruh pengiriman berhasil dilakukan tanpa ada node yang terlewat. Jika ada node yang terlewat atau tidak masuk kedalam rute kendaraan, maka keterangan yang akan muncul berubah keterangan menjadi gagal dan akan muncul pula node yang tidak masuk kedalam rute pengiriman.

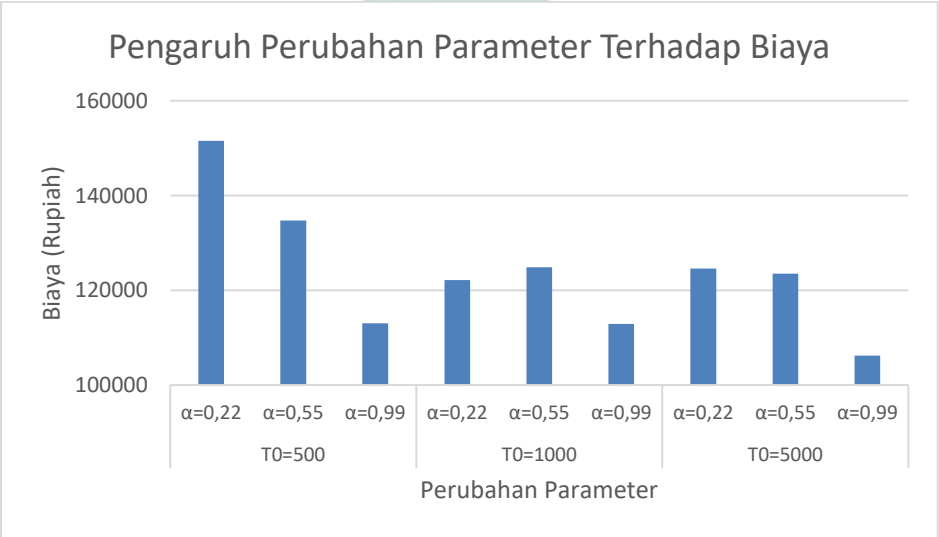
4.4 Pengujian

4.4.1 Skenario dan Hasil Pengujian

1. Analisis Sensitivitas Parameter *Simulated Annealing Algorithm*

Analisis sensitivitas dilakukan guna mengetahui seberapa besar dampak perubahan parameter terhadap variabel keputusan. Analisis sensitivitas juga mampu memberikan gambaran mengenai parameter apakah yang paling berpengaruh dalam sebuah algoritma (Widyani & Hakim, 2014). Pengujian dilakukan berdasarkan hasil studi literatur penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Husen et al., 2015). Parameter-parameter yang digunakan dalam pengujian ini adalah parameter suhu Awal (To) dan parameter aturan penurunan suhu (Alpha). Berikut grafik perbandingan To=500, To=1000 dan To=5000. Dimana pada setiap suhu (To) digunakan aturan penurunan suhu (Alpha) 0.22, 0.55, dan 0.99 yang nantinya parameter-parameter ini akan dilihat seberapa besar perubahannya dengan biaya, jarak, waktu dan jumlah iterasi.

a. Perubahan Suhu Awal dan Aturan Penurunan Suhu Terhadap Biaya

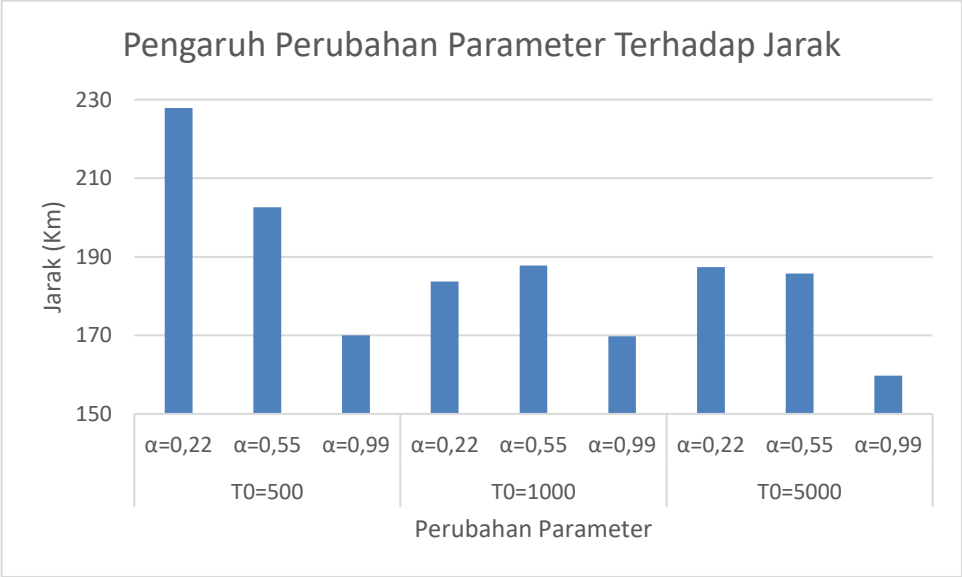


Gambar 4. 11 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Biaya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.11 menunjukkan hasil uji parameter yakni alpha dan suhu awal dengan biaya yang dihasilkan. Pada pengujian tersebut didapatkan hasil jika To= 500 dan α= 0,22 maka di dapatkan biaya sebesar 151555, jika To= 500 dan α= 0,55 maka di dapatkan biaya sebesar 134730, jika To= 500 dan α= 0,99 maka di dapatkan biaya sebesar 113056, jika To= 1000 dan α= 0,22 maka di dapatkan biaya sebesar 122165, jika To= 1000 dan α= 0,55 maka di dapatkan biaya sebesar 124892, jika To= 1000 dan α= 0,99 maka di dapatkan biaya sebesar 112922, jika To= 5000 dan α= 0,22 maka di dapatkan biaya sebesar 124624, jika To= 5000 dan α= 0,55 maka di dapatkan biaya sebesar 123495, jika To= 1000 dan α= 0,99 maka di dapatkan biaya sebesar 106206. Dari pengujian parameter tersebut dapat dilihat yang mendekati optimal dalam penurunan biaya yakni alpha sebesar 0,99 dengan suhu awal sebesar 5000 karena dapat menghasilkan biaya terendah.

b. Perubahan Suhu Awal dan Aturan Penurunan Suhu Terhadap Jarak



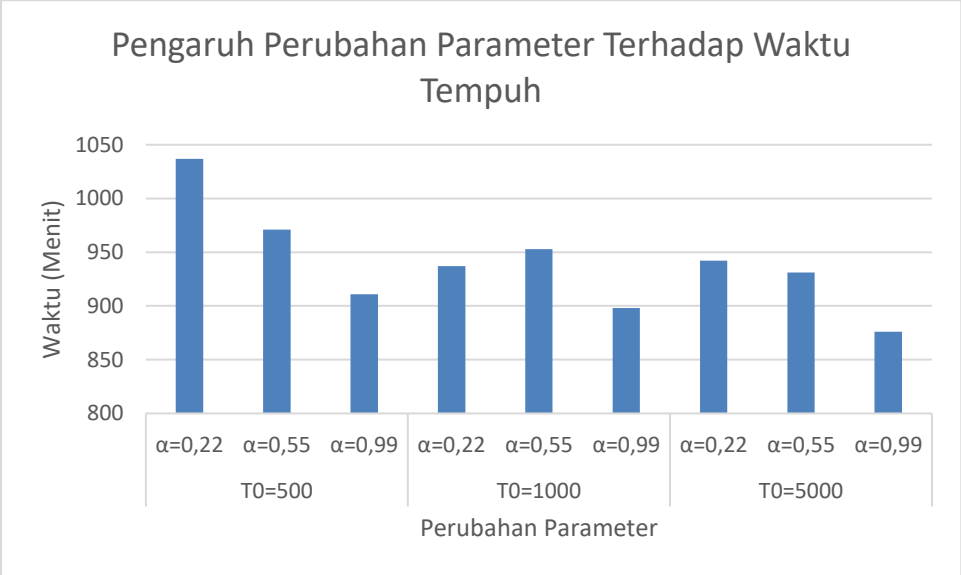
Gambar 4. 12 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Jarak

Gambar 4.12 menunjukkan hasil uji parameter yakni alpha dan suhu awal dengan jarak yang dihasilkan. Pada pengujian tersebut didapatkan hasil hasil jika To= 500 dan α= 0,22 maka di dapatkan jarak sebesar 227,9 Km, jika To= 500 dan α= 0,55 maka di dapatkan jarak sebesar 202,6 Km, jika To= 500 dan α= 0,99 maka di dapatkan jarak sebesar 170 Km, jika To= 1000 dan α= 0,22 maka di dapatkan jarak sebesar 231 Km, jika To= 1000 dan α= 0,55 maka di dapatkan jarak sebesar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

187,8 Km, jika To= 1000 dan α= 0,99 maka di dapatkan jarak sebesar 169,8 Km, jika To= 5000 dan α= 0,22 maka di dapatkan jarak sebesar 187,4 Km, jika To= 5000 dan α= 0,55 maka di dapatkan jarak sebesar 185,7 Km, jika To= 1000 dan α= 0,99 maka di dapatkan jarak sebesar 159,7 Km. Dari pengujian parameter tersebut dapat dilihat yang mendekati optimal dalam penurunan jarak yakni alpha sebesar 0,99 dengan suhu awal sebesar 5000 karena dapat menghasilkan jarak terpendek.

c. Perubahan Suhu Awal dan Aturan Penurunan Suhu Terhadap Waktu



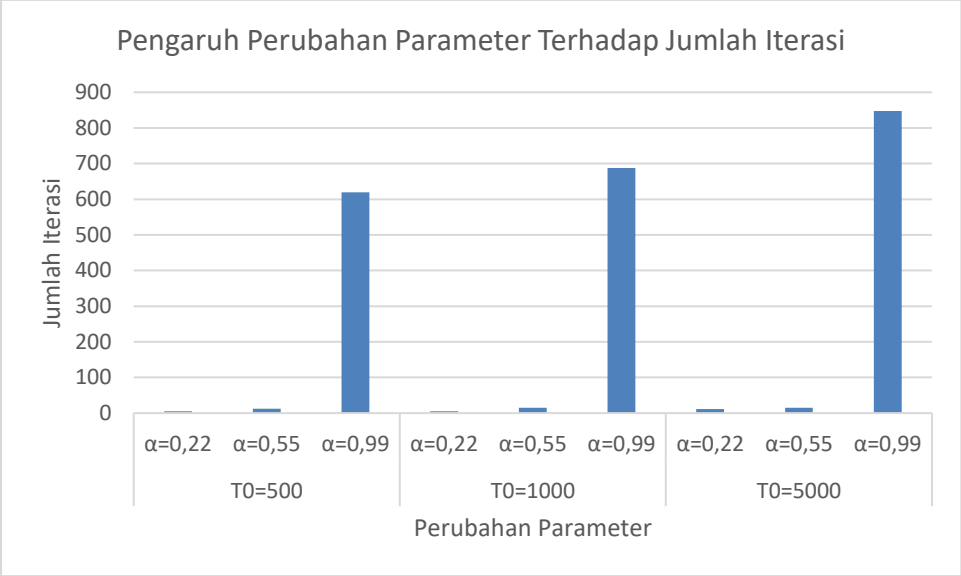
Gambar 4. 13 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Waktu Tempuh

Gambar 4.13 menunjukkan hasil uji parameter yakni alpha dan suhu awal dengan waktu yang dihasilkan. Pada pengujian tersebut didapatkan hasil jika To= 500 dan α= 0,22 maka di dapatkan waktu sebesar 1037 menit, jika To= 500 dan α= 0,55 maka di dapatkan waktu sebesar 971 menit, jika To= 500 dan α= 0,99 maka di dapatkan waktu sebesar 911 menit, jika To= 1000 dan α= 0,22 maka di dapatkan waktu sebesar 937 menit, jika To= 1000 dan α= 0,55 maka di dapatkan waktu sebesar 953 menit, jika To= 1000 dan α= 0,99 maka di dapatkan waktu sebesar 898 menit, jika To= 5000 dan α= 0,22 maka di dapatkan waktu sebesar 942 menit, jika To= 5000 dan α= 0,55 maka di dapatkan waktu sebesar 931 menit, jika To= 1000 dan α= 0,99 maka di dapatkan waktu sebesar 876 menit. Dari pengujian parameter tersebut dapat dilihat yang mendekati optimal dalam penurunan waktu yakni alpha

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sebesar 0,99 dengan suhu awal sebesar 5000 karena dapat menghasilkan waktu terendah.

d. Perubahan Suhu Awal dan Aturan Penurunan Suhu Terhadap Jumlah Iterasi



Gambar 4. 14 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Jumlah Iterasi

Gambar 4.14 menunjukkan hasil uji pengaruh parameter yakni alpha dan suhu awal dengan jumlah iterasi yang dihasilkan. Pada pengujian tersebut didapatkan hasil jika To= 500 dan α= 0,22 maka di dapatkan jumlah iterasi sebesar 5, jika To= 500 dan α= 0,55 maka di dapatkan jumlah iterasi sebesar 12, jika To= 500 dan α= 0,99 maka di dapatkan jumlah iterasi sebesar 619, jika To= 1000 dan α= 0,22 maka di dapatkan jumlah iterasi sebesar 5, jika To= 1000 dan α= 0,55 maka di dapatkan jumlah iterasi sebesar 15, jika To= 1000 dan α= 0,99 maka di dapatkan jumlah iterasi sebesar 688, jika To= 5000 dan α= 0,22 maka di dapatkan jumlah iterasi sebesar 11, jika To= 5000 dan α= 0,55 maka di dapatkan jumlah iterasi sebesar 15 , jika To= 1000 dan α= 0,99 maka di dapatkan jumlah iterasi sebesar 848. Dari pengujian parameter tersebut dapat dilihat yang menghasilkan iterasi terbanyak yakni alpha sebesar 0,99 dengan suhu awal sebesar 5000 karena dapat dililihat Alpha yang besar berpengaruh dalam menentukan jumlah iterasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Perbandingan Efektivitas Perhitungan *Simulated Annealing* dengan Keadaan Awal

Pada skenario pengujian analisis perbandingan hasil optimasi terhadap kondisi awal akan dijelaskan hasil optimasi jarak, biaya dan waktu yang dihasilkan SA. Dalam hal ini digunakan data dinamis dari sakinah *supermarket* karena rute pengiriman tidak pernah berubah. Pengujian dilakukan berdasarkan hasil studi literatur perbandingan penjadwalan perusahaan dengan penjadwalan SA dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Husen et al., 2015). Kondisi awal mempunyai 4 rute dengan hasil yang konstan. Untuk parameter SA yang digunakan adalah hasil terbaik dari pengujian sensitivitas sebelumnya. Untuk data rute yang dilewati dijelaskan pada tabel dibawah ini:

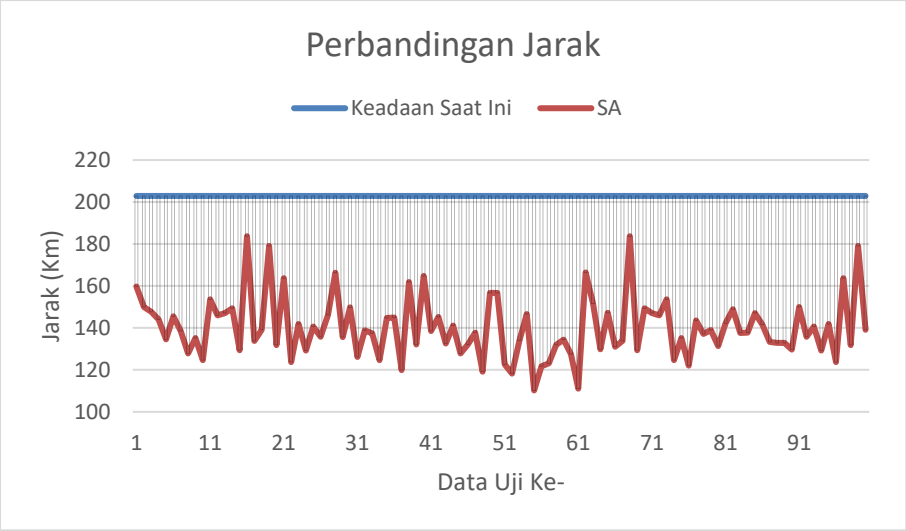
Tabel 4. 8 Rute Awal Distribusi

Rute Awal Distribusi					
No	Kendaraan	Rute	Jarak	Biaya	Waktu
1	Kendaraan 1	1-9-14-12-17-1	57,8	38.000	172
2	Kendaraan 2	1-16-2-7-3-5-1	65,2	43.359	186
3	Kenadaraan 3	1-6-4-13-11-1	42,5	28.264	135
4	Kendaraan 4	1-8-10-15-1	37,4	24.872	116
		Total	202,9	134.495	1.089

Tabel 4.8 menunjukkan rute awal distribusi yang berada pada sakinah *supermarket*. Dalam tabel tersebut terdapat total jarak yang ditempuh, total biaya serta total waktu tempuh yang digunakan sebagai acuan untuk perbandingan hasil optimasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

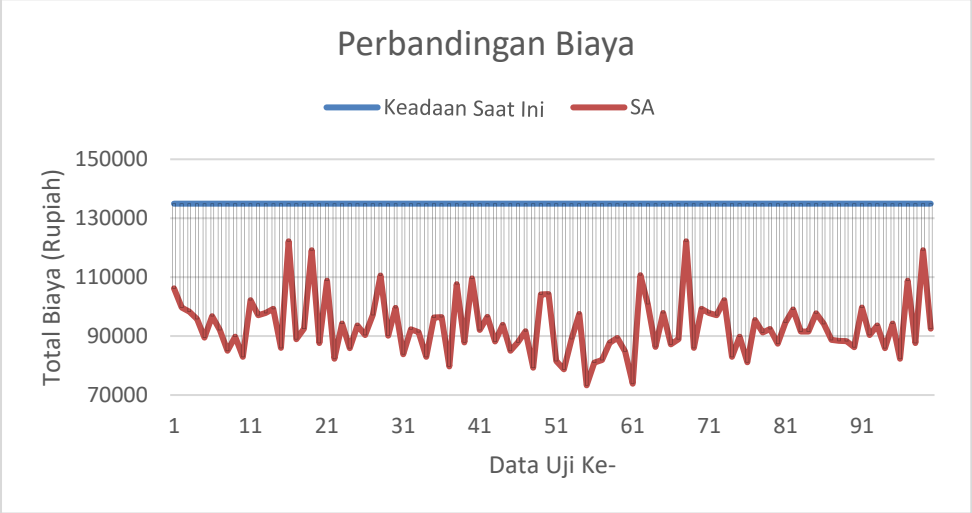
a. Perbandingan Jarak yang Dihasilkan



Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Hasil Uji Jarak Keadaan Awal dan SA

Gambar 4.15 menunjukkan perbandingan hasil uji antar keadaan awal dengan SA. Parameter digunakan dalam pengujian ini adalah alpha sebesar 0,99 dengan suhu awal sebesar 5000 yang di dapat dari hasil pengujian parameter sebelumnya. Parameter tersebut digunakan untuk menguji 100 data sehingga mendapatkan grafik seperti gambar tersebut. Rekapan hasil uji 100 data jarak selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Gambar tersebut menunjukkan bahwa jarak yang dihasilkan oleh SA selalu lebih rendah daripada jarak yang digunakaan pada keadaan awal.

b. Perbandingan Biaya yang Dihasilkan

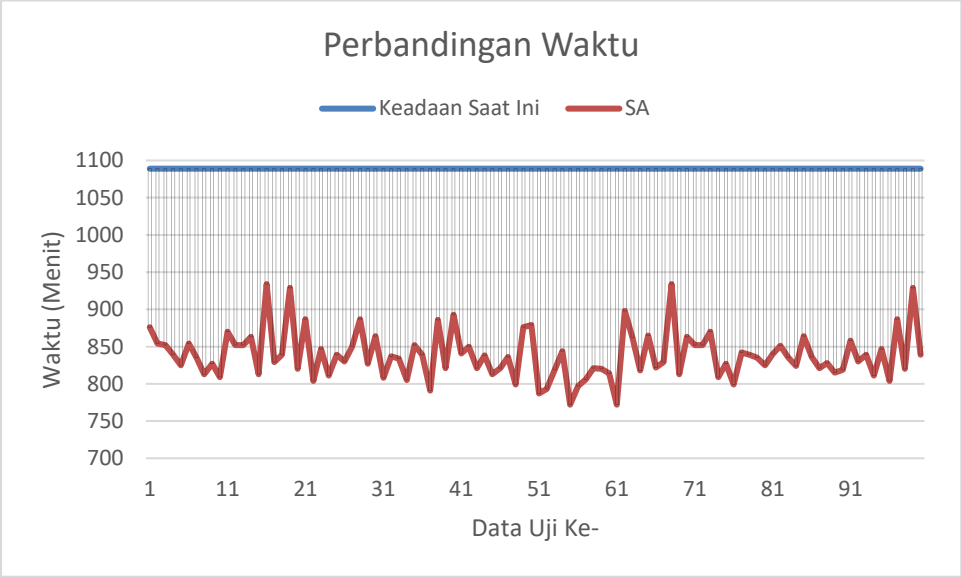


Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Hasil Uji Biaya Keadaan Awal dan SA

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.16 menunjukkan perbandingan hasil uji antar keadaan awal dengan SA. Parameter digunakan dalam pengujian ini adalah alpha sebesar 0,99 dengan suhu awal sebesar 5000 yang di dapat dari hasil pengujian parameter sebelumnya. Parameter tersebut digunakan untuk menguji 100 data sehingga mendapatkan grafik seperti gambar tersebut. . Rekapan hasil uji 100 data biaya selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Gambar tersebut menunjukkan bahwa biaya yang dihasilkan oleh SA selalu lebih rendah daripada jarak yang digunakaan pada keadaan awal.

c. Perbandingan Waktu yang dihasilkan



Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Hasil Uji Waktu Tempuh Keadaan Awal dan SA

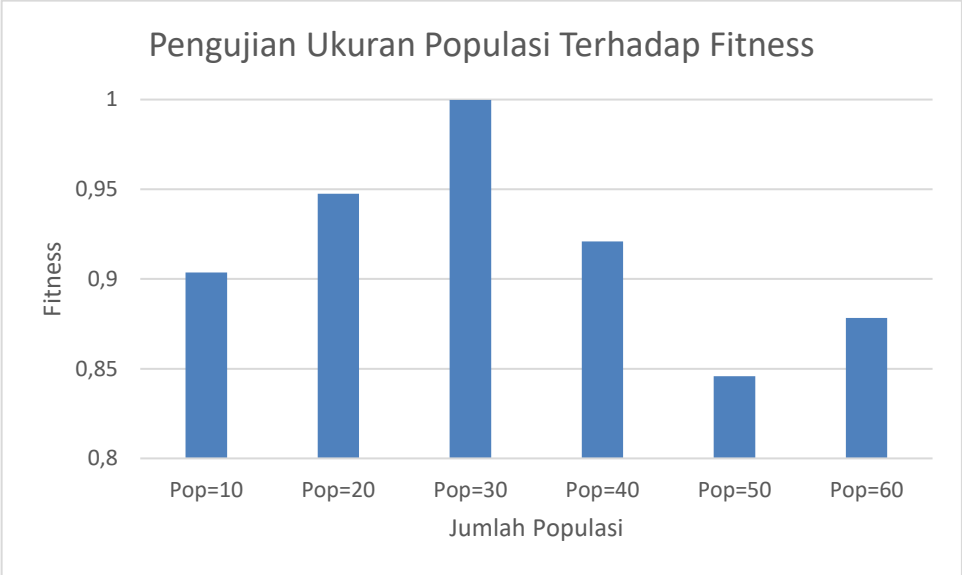
Gambar 4.17 menunjukkan perbandingan hasil uji antar keadaan awal dengan SA. Parameter digunakan dalam pengujian ini adalah alpha sebesar 0,99 dengan suhu awal sebesar 5000 yang di dapat dari hasil pengujian parameter sebelumnya. Parameter tersebut digunakan untuk menguji 100 data sehingga mendapatkan grafik seperti gambar tersebut. . Rekapan hasil uji 100 data waktu tempuh selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Gambar tersebut menunjukkan bahwa biaya yang dihasilkan oleh SA selalu lebih rendah daripada Waktu Tempuh yang digunakaan pada keadaan awal.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Anlisis Sensitivitas Parameter *Ganetic Algorithm*

Analisis sensitivitas dilakukan guna mengetahui seberapa besar dampak perubahan parameter terhadap variabel keputusan. Analisis sensitivitas juga mampu memberikan gambaran mengenai parameter apakah yang paling berpengaruh dalam sebuah algoritma (Widyani & Hakim, 2014). Pengujian dilakukan berdasarkan hasil studi literatur penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Husen et al., 2015). Parameter-parameter yang digunakan dalam pengujian ini adalah parameter yang berpengaruh terhadap *fitness*, karena semakin tinggi *fitness* maka hasil yang dihasilkan akan semakin mendekati optimal. Berikut adalah hasil pengujian sensitivitas parameter GA.

a. Perubahan Ukuran Populasi Terhadap Fitness

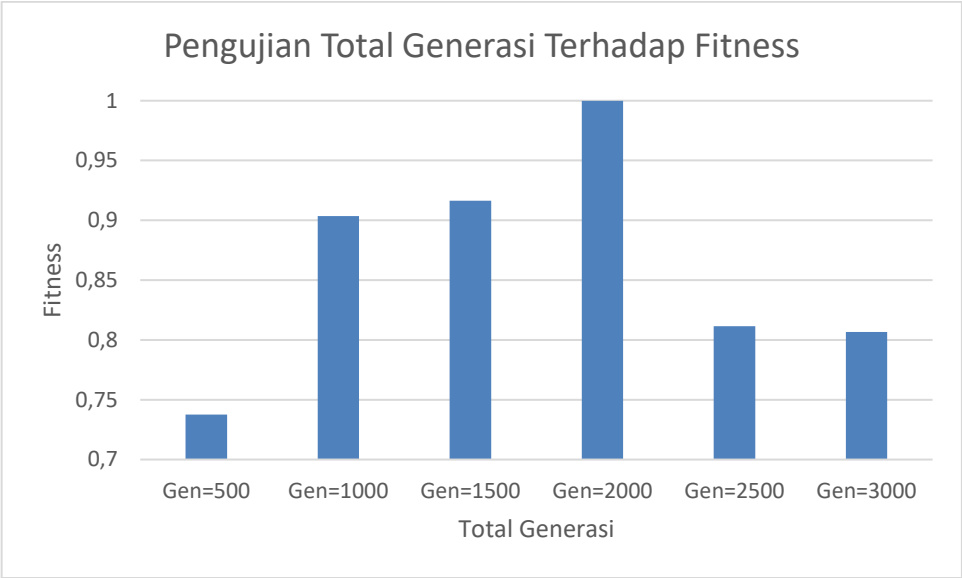


Gambar 4. 18 Grafik Pengaruh Populasi Terhadap *Fitness*

Gambar 4.18 menunjukkan hasil uji pengaruh parameter jumlah populasi terhadap *fitness* yang dihasilkan. Pada pengujian tersebut didapatkan hasil jika Pop= 10 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,903693395, jika Pop= 20 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,947534988, jika Pop= 30 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,999840026, jika Pop= 40 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,92084423, jika Pop= 50 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,845751789 dan jika Pop= 60 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,878348704. Dari pengujian parameter tersebut dapat dilihat parameter terbaik adalah jumlah populasi sebesar 30 karena *fitness* yang dihasilkan tertinggi dan yang paling mendekati angka 1.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Perubahan Total Gen Terhadap Fitness

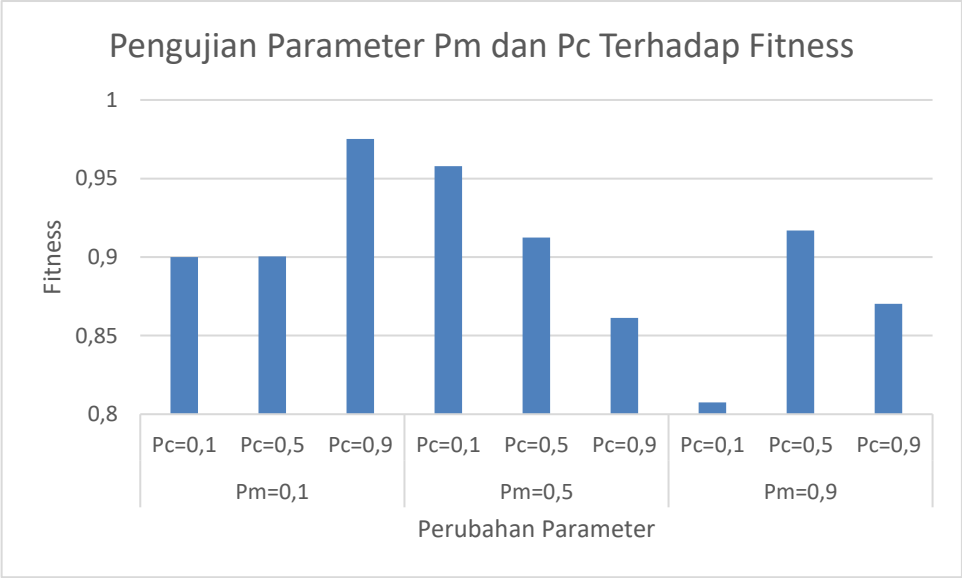


Gambar 4. 19 Grafik Pengaruh Total Generasi Terhadap Fitness

Gambar 4.19 menunjukkan hasil uji pengaruh parameter total generasi terhadap *fitness* yang dihasilkan. Pada pengujian tersebut didapatkan hasil jika Gen= 500 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,737495759, jika Gen= 1000 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,903685228, jika Gen= 1500 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,916355106, jika Gen= 2000 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,999840026, jika Gen= 2500 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,811523636, jika Gen= 3000 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,8067331367. Dari pengujian parameter tersebut dapat dilihat parameter terbaik adalah total generasi sebesar 2000 karena *fitness* yang dihasilkan tertinggi dan yang paling mendekati angka 1.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Perubahan Probabilitas Mutasi (Pm) dan Probabilitas *Crossover* (Pc) Terhadap Fitness



Gambar 4. 20 Grafik Pengaruh Kombinasi Pm dan Pc Terhadap Fitness

Gambar 4.20 menunjukkan hasil uji pengaruh kombinasi parameter Pm dan Pc terhadap *fitness* yang dihasilkan. Pada pengujian tersebut didapatkan hasil jika *Pm*= 0,1 dan *Pc* = 0,1 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,899911809, jika *Pm*= 0,1 dan *Pc* = 0,5 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,900446622, jika *Pm*= 0,1 dan *Pc* = 0,9 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,975191137, jika *Pm*= 0,5 dan *Pc* = 0,1 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,957790186, jika *Pm*= 0,5 dan *Pc* = 0,5 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,912467037, jika *Pm*= 0,5 dan *Pc* = 0,9 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,861252261, jika *Pm*= 0,9 dan *Pc* = 0,1 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,807604403, jika *Pm*= 0,9 dan *Pc* = 0,5 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,916926462, jika *Pm*= 0,9 dan *Pc* = 0,5 maka di dapatkan *fitness* sebesar 0,87022356. Dari pengujian parameter tersebut dapat dilihat parameter terbaik adalah kombinasi Pm sebesar 0,1 dengan Pc sebesar 0,9 karena *fitness* yang dihasilkan tertinggi dan yang paling mendekati angka 1.

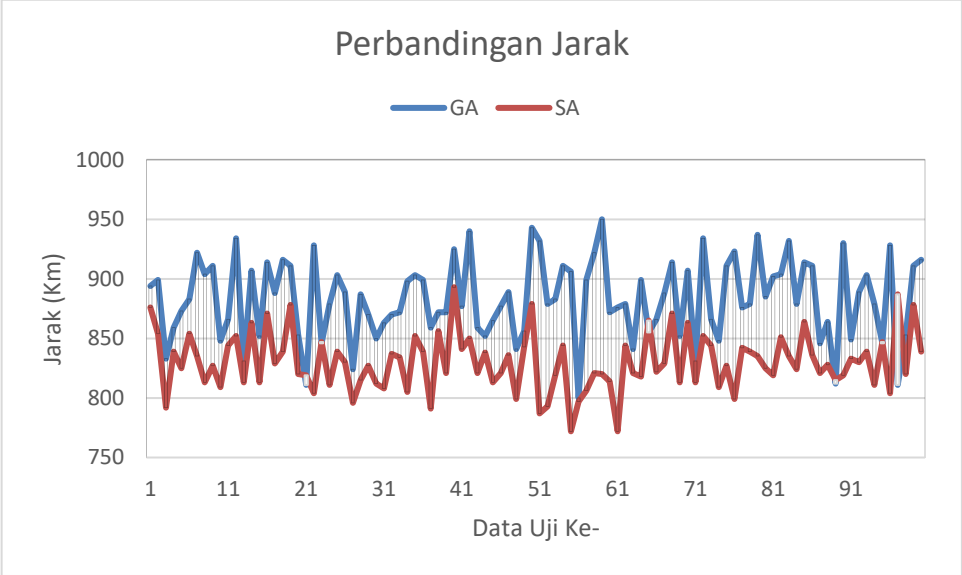
4. Analisis Perbandingan Efektifitas Perhitungan *Simulated Annealing* dengan *Genetic Algorithm*

Pengujian Efektivitas algoritma SA dan GA menggunakan parameter-parameter yang sebelumnya telah diuji. Efektivitas algoritma SA dan GA menggunakan parameter-parameter yang telah optimal untuk kasus yang dibahas.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengujian dilakukan berdasarkan hasil studi literatur penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Viktaria, 2015). Pengujian dilakukan terhadap 100 data uji yang di dapat dari sakinah *supermarket*. Keluaran hasil pengujian tersebut dapat berupa perbandingan jumlah biaya, jumlah waktu tempuh serta total jarak tempuh. Efektifitas antar algoritma akan dibandingkan sehingga dapat di simpulkan algoritma mana yang lebih efektif dalam penerapannya.

a. Perbandingan Jarak yang Dihasilkan

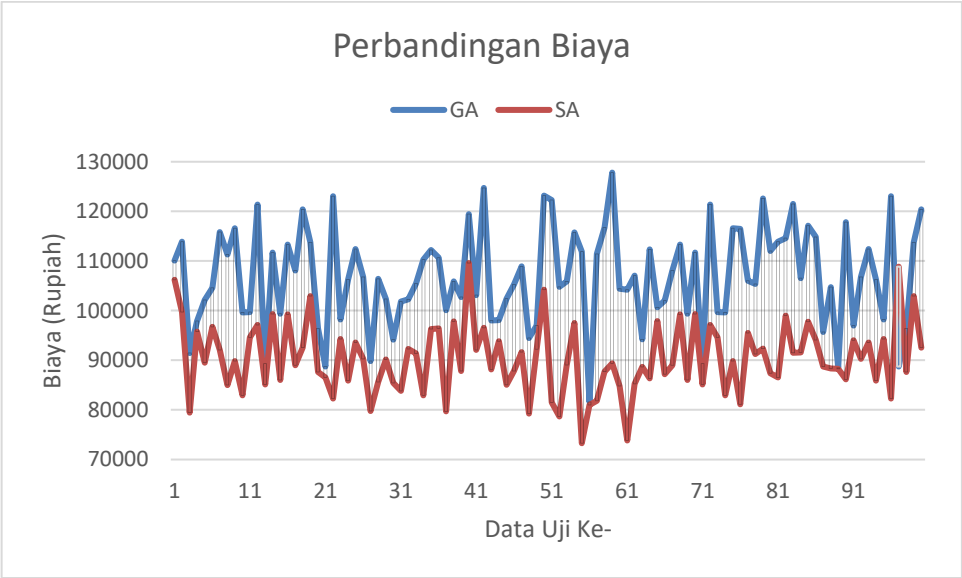


Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan Hasil Uji Jarak GA dan SA

Gambar 4.21 menunjukkan perbandingan hasil uji jarak yang dihasilkan oleh perhitungan sistem GA dan SA. Parameter digunakan dalam pengujian ini adalah parameter optimal yang di dapat dari hasil pengujian parameter sebelumnya. menunjukkan perbandingan hasil uji antar keadaan awal dengan SA. Parameter tersebut digunakan untuk menguji 100 data sehingga mendapatkan grafik seperti gambar tersebut. . Rekapan hasil uji 100 data jarak selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Gambar tersebut menunjukkan bahwa jarak yang dihasilkan oleh SA terkadang mendekati atau lebih rendah daripada jarak hasil perhitungan GA.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Perbandingan Biaya yang Dihasilkan

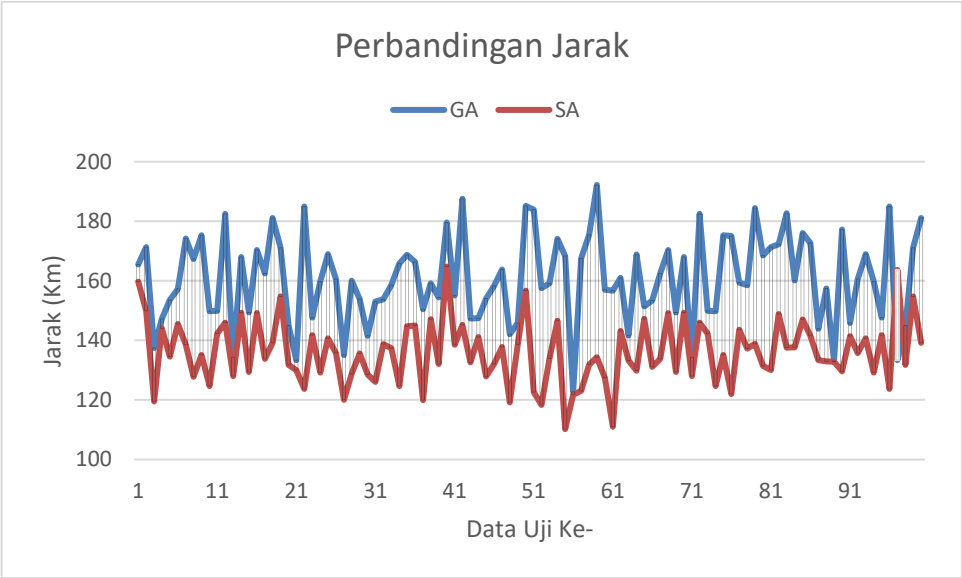


Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Hasil Uji Biaya GA dan SA

Gambar 4.22 menunjukkan perbandingan hasil uji biaya yang dihasilkan oleh perhitungan sistem GA dan SA. Parameter digunakan dalam pengujian ini adalah parameter optimal yang di dapat dari hasil pengujian parameter sebelumnya. menunjukkan perbandingan hasil uji antar keadaan awal dengan SA. Parameter tersebut digunakan untuk menguji 100 data sehingga mendapatkan grafik seperti gambar tersebut. Rekapan hasil uji 100 data biaya selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Gambar tersebut menunjukkan bahwa biaya yang dihasilkan oleh SA terkadang mendekati atau lebih rendah daripada biaya hasil perhitungan GA

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Perbandingan Waktu yang dihasilkan



Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan Hasil Uji Waktu Tempuh GA dan SA

Gambar 4.23 menunjukkan perbandingan hasil uji waktu tempuh yang dihasilkan oleh perhitungan sistem GA dan SA. Parameter digunakan dalam pengujian ini adalah parameter optimal yang di dapat dari hasil pengujian parameter sebelumnya. menunjukkan perbandingan hasil uji antar keadaan awal dengan SA. Parameter tersebut digunakan untuk menguji 100 data sehingga mendapatkan grafik seperti gambar tersebut. Rekapan hasil uji 100 data waktu tempuh selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Gambar tersebut menunjukkan bahwa waktu tempuh yang dihasilkan oleh SA terkadang mendekati atau lebih rendah daripada waktu tempuh hasil perhitungan GA.

4.4.2 Evaluasi Hasil Pengujian

Dalam pemilihan parameter SA dilakukan pengujian dengan 3 keadaan berbeda yakni To=500, To=1000 dan To=5000. Dimana pada setiap suhu (To) digunakan aturan penurunan suhu (Alpha) 0.22, 0.55, dan 0.99. Dari hasil pengujian didapatkan Alpha sebesar 0,99 dengan suhu awal sebesar 5000 sebagai parameter terbaik dan mendekati optimal yang akan digunakan dalam pengujian selanjutnya.

Setelah menemukan parameter terbaik, SA diuji dengan keadaan saat ini. Keadaan saat ini menggunakan keadaan yang konstan sehingga digambarkan dengan garis lurus. Hasil yang di dapatkan dari pengujian tersebut adalah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penurunan biaya hingga 30%, penurunan waktu tempuh hingga 30% dan penurunan jarak tempuh hingga 17%

Pengujian selanjutnya adalah pengujian parameter GA. Pengujian ini dimaksudkan agar pada pengujian selanjutnya, Sa dibandingkan dengan GA yang optimal pula. Dari pengujian parameter jumlah populasi, total generasi dan kombinasi Pc dengan Pm didapatkan parameter optimal Pop=30, Gen=2000, Pm=0,1 dan Pc=0,9. Parameter tersebut dipilih karena fitness yang dihasilkan mendekati optimal.

Pengujian terakhir yakni perbandingan SA dengan GA. Dalam gambar hasil pengujian SA dengan GA menunjukkan bahwa SA lebih unggul daripada GA. Untuk perbandingan biaya SA lebih unggul hingga 21%, perbandingan jarak SA lebih unggul hingga 21% dan untuk perbandingan waku tempuh SA lebih unggul hingga 8%.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Melihat pada hasil pengujian dan analisanya, dapat ditarik kesimpulan kesimpulan sebagai berikut:

1. SA dapat digunakan dalam penyelesaian masalah VRP, terbukti dengan adanya hasil analisis dan pengujian dengan keadaan saat ini.
2. Algoritma SA lebih unggul dibandingkan dengan keadaan awal pada simulasi yang diberikan. Terbukti pada persentase perbandingan optimasi biaya SA lebih unggul hingga 30%, perbandingan jarak SA lebih unggul hingga 30% dan untuk perbandingan waku tempuh SA lebih unggul hingga 17%. Algoritma SA juga lebih unggul dari algoritma GA pada simulasi yang diberikan. Terbukti pada persentase perbandingan optimasi biaya SA lebih unggul hingga 21%, perbandingan jarak SA lebih unggul hingga 21% dan untuk perbandingan waku tempuh SA lebih unggul hingga 8%.

5.2 Saran

1. Perlu dikembangkan metode yang berbeda untuk menyelesaikan permasalahan VRP sebagai pembanding dan sekaligus melengkapi kelemahan masing-masing.
2. Dalam hal penyajian hasil optimasi dapat dikembangkan lagi menggunakan aplikasi Geographic Information System (GIS) yang lain yang lebih informative dan dinamis
3. Penambahan *constrain* seperti pengeluaran biaya maksimal, keadaan jalan dll diperlukan guna mempervalid perhitungan SA terhadap keadaan saat ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Angresti, N. D., Djunaidy, A., & Mukhlason, A. (2019). Penerapan Hiperheuristik Berbasis Metode Simulated Annealing untuk Penyelesaian Permasalahan Optimasi Lintas Domain. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, *5*(1), 33–40. https://doi.org/10.25077/teknosi.v5i1.2019.33-40

Ariastuti, P. R. (2015). *Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma Harmony Search Pada Permasalahan Knapsack 0-1*. 27. http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65672/Ainul Latifah-101810401034.pdf?sequence=1

Aryani, D. (2011). Efek Pendapatan Pedagang Tradisional Dari Ramainya Kemunculan Minimarket Di Kota Malang. *Jurnal Dinamika Manajemen*, *2*(2), 169–180.

Banerjee, A. V., Duflo, E., & Qian, N. (2012). On the Road: Access to Transportation Infrastructure and Economic Growth in China. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.2018637

Chandra, A., & Setiawan, B. (2018). Optimasi Jalur Distribusi dengan Metode Vehicle Routing Problem (VRP). *Jurnal Manajemen Transportasi Dan Logistick*, *05*(02), 105–116.

Chiang, W. C., & Russell, R. A. (1996). Simulated Annealing Metaheuristics for The Vehicle Routing Problem With Time Windows. *Annals of Operations Research*, *63*, 3–27. https://doi.org/10.1007/BF02601637

Cholifah, W. N., Yulianingsih, Y., & Sagita, S. M. (2018). Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, *3*(2), 206. https://doi.org/10.30998/string.v3i2.3048

Fisher, M. (1995). Chapter 1 Vehicle routing. *Handbooks in Operations Research and Management Science*, *8*(C), 1–33. https://doi.org/10.1016/S0927-0507(05)80105-7

Gao, F., & Zhao, Q. (2018). A Hybrid Simulated Annealing Algorithm for Load Varying Green Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands. *Journal of Computers*, *29*(6), 96–110. https://doi.org/10.3966/199115992018122906009

Geem, Z. W., Kim, J. H., & Loganathan, G. V. (2001). A New Heuristic Optimization Algorithm: Harmony Search. *Simulation*, *76*(2), 60–68. https://doi.org/10.1177/003754970107600201

Gendreau, M., & Potvin, J.-Y. (2002). Metaheuristic in Combinatorial Optimization. *Centre de Recherce Sur Les Transports and Departement d'Informatique et de Recherche Operationelle*.

Green, M. C., & Sestir, M. (2017). Transportation Theory. *The International Encyclopedia of Media Effects*, 1–14.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

https://doi.org/10.1002/9781118783764.wbieme0083

Hadhiatma, A., & Purbo, A. (2014). Vehicle Routing Problem Untuk Distribusi Barang Menggunakan Algoritma Semut. *Program Studi Informatika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma*, *1996*, 35–40.

Hannawati, A. (2002). Pencarian Rute Optimum Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Kristen Petra*, *2*(2), 78–83.

Hardiansyah, Junaidi, & MS, Y. (2013). An Efficient Simulated Annealing Algorithm for Economic Load Dispatch Problem. *Telkomnika*, *11*(1), 37–46. http://journal.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/view/880/679

Hidayat, T., & Muttaqin, M. (2018). Pengujian Sistem Informasi Pendaftaran dan Pembayaran Wisuda Online menggunakan Black Box Testing dengan Metode Equivalence Partitioning dan Boundary Value Analysis. *Jurnal Teknik Informatika UNIS JUTIS*, *6*(1), 2252–5351. www.ccssenet.org/cis

Hidorid, R. (2018). *Pertumbuhan pasar modern sangat pesat*. Hidayatullah.or.Id. https://hidayatullah.or.id/read/daerah/2018/08/01/supermarket-sakinah-hidayatullah-surabaya-harga-merakyat/

Husen, M., Masudin, I., & Utama, D. M. (2015). Penjadwalan Job Shop Statik dengan Metode Simulated Annealing Untuk Meminimasi Waktu Maskepan. *Spektrum Industri*, *13*(2), 115–228.

Jaegere, N. De, Defraeye, M., & Van Nieuwenhuyse, I. (2016). The Vehicle Routing Problem: State of The Art Classification Review. *Computers and Industrial Engineering*, *99*, 300–313. https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.007

Juniarto, S. D., K, E. M., Fariza, A., & Prasetyaningrum, I. (2011). Optimasi Distribusi Barang Berdasarkan Rute Dan Daya Tampung Menggunakan Metode Simulated Annealing. *Jurnal Teknik Informatika, PENS - ITS Surabaya*.

Kadir, A. (2006). Tranportasi : Peran dan Dampaknya Dalam Pertumbuhan Ekonomi Nasional. *Jurnal Perencanaan Dan Pengembangan Wilayah Wahana Hijau*, *1*(3), 121–131.

Karagul, K., Sahin, Y., Aydemir, E., & Oral, A. (2019). A Simulated Annealing Algorithm Based Solution Method for A Green Vehicle Routing Problem with Fuel Consumption. *International Series in Operations Research and Management Science*, *273*, 161–187. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97511-5_6

Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2005). *Penyelesaian Masalah Optimasi Dengan Teknik-Teknik Heuristik*. Graha Ilmu.

Leung, S. C. H., Zheng, J., Zhang, D., & Zhou, X. (2010). Simulated Annealing for the Vehicle Routing Problem with Two-Dimensional Loading Constraints.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Flexible Services and Manufacturing Journal, *22*(1–2), 61–82. https://doi.org/10.1007/s10696-010-9061-4

Li, W., & Mcmahon, C. (2010). A Simulated Annealing-based Optimization Approach for Integrated Planning and Scheduling. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, *september*, 1–36. https://doi.org/10.1080/01446193.2012.693189

Lin, S., & Kernighan, B. W. (2018). An Effective Heuristic Algorithm for the Traveling-Salesman Problem. *JSTOR*, *21*(2), 498–516.

Lukman, I., Hanafi, R., & Parenreng, S. M. (2019). Optimasi Biaya Distribusi pada HFVRP Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, *18*(2), 164. https://doi.org/10.25077/josi.v18.n2.p164-175.2019

Mahmudy, W. F. (2016). Improved Simulated Annealing for Optimization of Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW). *Kursor*, *7*(3), 109–116. https://doi.org/10.21107/KURSOR.V7I3.1092

Masyhuri, M., & Utomo, S. W. (2017). Analisis Dampak Keberadaan Pasar Modern Terhadap Pasar Tradisional Sleko Di Kota Madiun. *Jurnal Akuntansi Dan Pendidikan*, *6*(1), 59–72.

Mirjalili, S. (2015). Moth-Flame Optimization Algorithm: A Novel Nature-Inspired Heuristic Paradigm. *Knowledge-Based Systems*, *89*, 228–249. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2015.07.006

Montaria, S. (2009). *Analisis Sensitivitas dan Ketidakpastian Dalam Program Linier*. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara Medan.

Mutakhiroh, I., Saptono, F., Hasanah, N., & Wiryadinata, R. (2007). Pemanfaatan Metode Heuristik Dalam Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma Semut dan Algoritma Genetika. *SNATI (Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi) 2007*, *2007*(Snati), B33–B39. http://journal.uii.ac.id/index.php/Snati/article/viewFile/1623/1398

Napitupulu, C. (2018). *Implementasi Algoritma Genetika untuk Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP) Berbasis Android*.

Natasya, T., Mandey, S. L., & Sumarauw, J. S. B. (2018). Analisis Saluran Distribusi Kayu (Studi Kasus Di Cv. Karya Abadi, Manado). *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, *6*(3), 1748–1757.

Nugraeni, R. A., Mulyono, & Rochmad. (2015). Penerapan Algoritma A* Dalam Penyelesaian Rute Terpendek Pendistribusian Barang. *Unnes Journal of Mathematics*, *4*(1).

Onstein, A. T. C., Tavasszy, L. A., & van Damme, D. A. (2018). Factors Determining Distribution Structure Decisions in Logistics: A Literature Review And Research Agenda. *Transport Reviews*, *39*(2), 243–260.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1459929

Osman, I. H. (1993). Metastrategy Simulated Annealing And Tabu Search Algorithms for The Vehicle Routing Problem. *Annals of Operations Research*, *41*(4), 421–451. https://doi.org/10.1007/BF02023004

R, V. E., Subchan, & Mudjiati, T. (2012). Pendekatan Goal Programming Untuk Penentuan Rute Kendaraan Pada Kegiatan Distribusi. *Math. and Its Appl*, *9*(1), 1–15.

Rachman, G. G., & Yuningsih, K. (2011). Pengaruh Biaya Distribusi Dan Saluran Distribusi Terhadap Volume Penjualan (Studi Pada Sari Intan Manunggal Knitting Bandung). *Jurnal Riset Akuntansi Dan Bisnis*, *10*(September 2010), 151–175.

Redi, A. A. N. P., & Redioka, A. A. N. A. (2019). Algoritma Simulated Annealing untuk Optimasi Rute Kendaraan dan Pemindahan Lokasi Sepeda pada Sistem Public Bike Sharing. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, *3*(1), 50. https://doi.org/10.30656/jsmi.v3i1.1473

Safeer, M., Anbuudayasankar, S. P., Balkumar, K., & Ganesh, K. (2014). Analyzing Transportation And Distribution in Emergency Humanitarian Logistics. *Procedia Engineering*, *97*, 2248–2258. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.469

Siswanto, B. N., Ariffien, A., & Jayakusuma, I. (2019). Jurnal Teknologia Sistem Routing Proses Delivery Menggunakan Simulated Annealing (Studi Kasus : PT . X). *Jurnal Teknologia*, *2*(87–104).

Supardi, & Widiatmono, R. (2002). Penyelesaian Fungsi Non-Konveks Menggunakan Teknik Optimasi Annealing. *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Universitas Negeri Yogyakarta*.

Suwarno, H. L. (2006). Sembilan Fungsi Saluran Distribusi: Kunci Pelaksanaan Kegiatan Distribusi Yang Efektif. *Jurnal Manajemen*, *6*(1), 79–87.

Syaka, A. K., & Mulyanto, A. (2019). Analisis Perbandingan Sensitivitas AHP dan WP dalam Pemilihan Biro Perjalanan Umrah di Yogyakarta. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, *3*(3), 38–49.

Syakur, M. A. (2019). *Kontribusi as-Sakinah Bangun Ekonomi Ummah*. Hidayatullah.Com. https://www.hidayatullah.com/feature/read/2019/11/02/172914/kontribusi-as-sakinah-bangun-ekonomi-ummah.html

Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem, society for industrial and Applied Matematics*.

Varita, I., Setyawati, O., & Didik, R. (2013). Pencarian Jalur Tercepat Rute Perjalanan Wisata Dengan Algoritma Tabu Search. *Eeccis*, *7*(2), 185–190.

Viktaria, A. (2015). Efektivitas Algoritma Simulated Annealing dan Large

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Neighborhood Search Dalam Penyelesaian Pickup And Delivery Vehicle Routing Problem With Time Widows [Universitas Negeri Yogyakarta]. In *Universitas Negeri Yogyakarta* (Vol. 1, Issue May). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Wahda, M. J., Listyorini, T., & Meimaharani, R. (2017). 3D Hologram Pengenalan Alat Transportasi. *Simetris*, *8*(1), 291–298.

Wei, L., Zhang, Z., Zhang, D., & Leung, S. C. H. (2018). A Simulated Annealing Algorithm for The Capacitated Vehicle Routing Problem with Two-Dimensional Loading Constraints. *European Journal of Operational Research*, *265*(3), 843–859. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.08.035

Widyani, F. D., & Hakim, I. M. (2014). Penjadwalan Produksi Untuk Meminimalkan Total Waktu Penyelesaian Pekerjaan Dengan Menggunakan Algoritma Tabu Search Pada Industri Farmasi di Indonesia. *FT UI*, 1–19.

Yu, V. F., Redi, A. A. N. P., Hidayat, Y. A., & Wibowo, O. J. (2017). A Simulated Annealing Heuristic for The Hybrid Vehicle Routing Problem. *Applied Soft Computing Journal*, *53*, 119–132. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.12.027

Zuk, T., Schlesier, L., Neumann, P., Hancock, M. S., & Carpendale, S. (2006). Heuristics for information visualization evaluation. *Proceedings of BELIV'06: BEyond Time and Errors - Novel EvaLuation Methods for Information Visualization. A Workshop of the AVI 2006 International Working Conference*, 1–6. https://doi.org/10.1145/1168149.1168162

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id