

Kajian Optimasi Rute Terpendek Menggunakan Metode *Simulated Annealing* untuk Distribusi Obat pada Jaringan Apotek Kimia Farma di Kota Kupang

Fermina Tani¹, Ali Warsito², Laura A.S Laponi³

Program Studi Fisika, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

Email korespondensi: taniifermina@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan kajian optimasi untuk menganalisis perjalanan distributor obat pada apotek kimia Farma di Kota Kupang. Optimasi menjadi sebuah persoalan komputasi sehingga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari seperti distribusi obat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *simulated annealing* dengan memanfaatkan perangkat lunak Matlab 2013a. Simulasi dari model yang dirancang bertujuan mencari rute terpendek proses distribusi yang memenuhi kriteria memiliki energi minimum dan keadaan cooling schedule. Visualisasi bekerja pada 9 titik apotek kimia farma di Kota Kupang yakni Apotek Kimia Farma Herewila (1), Apotek Kimia Farma Oesapa (2), Apotek Kimia Farma Ahmad Yanni (3), Apotek Kimia Farma TDM(4), Apotek Kimia Farma Naikolan (5), Apotek Kimia Farma Lippo (6), Apotek Kimia Farma Lalamentik (7), Apotek Kimia Farma Hatta 135 (8) dan Apotek Kimia Farma Hatta 46 (9). Pada pengujian ini model dengan simulasi didapatkan energi minimum= 1.641461 satuan, suhu= 5 satuan derajat, jarak terpendek= 0.114017543, dengan rute=1-5-7-4-2-6-3-8-9-1

Masuk:

30 Agustus 2022

Diterima:

22 September 2022

Diterbitkan:

28 September 2022

Kata kunci:

Metode *Simulated Annealing*, Energi, TSP

1. Pendahuluan

Obat merupakan salah satu komponen yang tak tergantikan serta sangat menunjang dalam rangka upaya pembangunan dan pelayanan kesehatan yang baik. Akses terhadap obat terutama obat esensial merupakan salah satu hak asasi manusia [1]. Pemerintah dalam meningkatkan akses obat diselenggarakan melalui beberapa peraturan yaitu Peraturan Pemerintah, Program Indonesia Sehat 2010, Sistem Kesehatan Nasional (SKN) dan Kebijakan Obat Nasional (KONAS). Salah satu subsistem dalam Sistem Kesehatan Nasional (SKN) adalah obat dan perbekalan kesehatan. Dalam subsistem tersebut penekanan diberikan pada ketersediaan obat, pemerataan termasuk keterjangkauan dan jaminan mutu obat [2].

Salah satu tempat distribusi atau beredarnya obat-obatan serta perbekalan kesehatan masyarakat adalah apotek. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 51 tahun 2009 tentang pekerjaan kefarmasian, apotek adalah sarana pelayanan kefarmasian tempat dilakukan praktek kefarmasian oleh apoteker. Praktek /pekerjaan kefarmasian yang dimaksud adalah pembuatan termasuk pengendalian mutu sediaan farmasi, pengamanan, pengadaan, penyimpanan, dan pendistribusi atau penyaluran obat, pengelolaan obat, pelayanan obat atas resep dokter, pelayanan informasi obat serta pengembangan obat [3].

Dalam peranannya sebagai salah satu unit pelayanan kesehatan, apotek merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dalam rantai distribusi obat hingga sampai kepada pasien. Namun seringkali terdengar keluhan pasien terhadap ketersediaan obat di apotek karena tak jarang terjadi kekosongan obat. Cara distribusi obat yang benar (CDOB) adalah penyaluran obat atau bahan obat yang bertujuan memastikan mutu sepanjang jalur distribusi atau penyaluran sesuai persyaratan dan tujuan penggunaannya [4] maka perlu di angkat optimasi menggunakan prinsip optimasi berdasarkan efisiensi energi yang berlandaskan pada kajian termodinamika dan implementasi algoritma *simulated annealing*.

Optimasi pada pokoknya merupakan sebuah terminologi untuk menyatakan sebuah himpunan masalah dalam matematika untuk menjawab pertanyaan tentang ada tidaknya sebuah himpunan jawaban yang ditawarkan. Akan tetapi sebagai penggunaannya yang berkembang ke berbagai ilmu pengetahuan terutama dalam ilmu komputer sendiri, optimasi menjadi sebuah persoalan komputasi sehingga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari seperti distribusi obat [5].

Simulated annealing merupakan salah satu metode pencarian acak yang sangat baik. Metode ini dikembangkan dengan analogi dari prinsip-prinsip kristalisasi pada logam dengan proses pendinginan dan pembekuan sehingga diperoleh energy yang minimum. Algoritma dari *simulated annealing* berdasarkan pada algoritma metropolis yang digunakan untuk mendapatkan konfigurasi dari ekuilibrium dari koleksi atom pada temperature yang diberikan. Hubungan antara algoritma itu dan minimalisasi secara matematis di pertama kali dituliskan Pincus. Namun, Kirkpatrick mengembangkannya sebagai teknik optimalisasi untuk permasalahan-permasalahan kombinatorial. *Simulated Annealing* pada TSP digunakan untuk menelusuri dan mencari setiap rute yang mungkin, kemudian mendapatkan rute yang jaraknya paling pendek. Model *Simulated Annealing* untuk menyelesaikan TSP adalah model state yang dibangun untuk menyatakan rute yang mungkin dan definisi energi yang dinyatakan dengan total jarak yang ditempuh [6][7].

Dalam algoritma *simulated annealing* itu, suatu state (kombinasi dari satu solusi) dapat diterima dengan kemungkinan:[8]

$$P = e^{-\frac{\Delta E}{kT}} \quad (1)$$

Di mana ΔE merupakan selisih energi saat ini dan energi sebelumnya, k adalah konstanta Boltzman yang dapat diabaikan dan T merupakan temperatur.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada implementasi *simulated annealing* yaitu :[6]

1. State didefinisikan sebagai kombinasi nilai dari penyelesaian yang mungkin rute yang ditempuh untuk melewati semua Kota sampai kembali ke Kota asal dengan syarat setiap Kota harus dilalui 1 kali. State didefinisikan dengan $S = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, misalnya untuk permasalahan *Traveling Salesman Problem* (TSP) untuk 5 Kota (Kota 1, 2, 3, 4 dan 5), statanya didefinisikan sebagai urutan nomor Kota yang dilalui, 3-5-2-4-1.
2. Energi : didefinisikan sebagai seberapa besar fungsi tujuan minimal dari suatu kombinasi state. Dalam permasalahan TSP, energi didefinisikan sebagai jarak yang harus dilalui pada suatu jalur yang dinyatakan sebagai urutan nomor Kota yang dilalui. Energi dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$E = \sum_{i=1}^n d \quad (2)$$

Di mana E adalah energi dan d adalah jarak Kota ke $s(i)$ dan $s(i+1)$. Sedangkan jarak (d) dinyatakan dengan:

$$d = \sqrt{(s_x(i) - s_x(i+1))^2 + (s_y(i) - s_y(i+1))^2} \quad (3)$$

3. Temperatur didefinisikan sebagai suatu nilai kontrol yang membuat suatu state acak bisa bergerak naik atau tidak. Seperti halnya analogi pada kejadian thermal, ion-ion akan bergerak bebas pada temperatur yang tinggi dan semakin terbatas gerakannya ketika temperatur turun.
4. Proses update state; pada proses ini, state akan diterima *simulated annealing* ini dengan probabilitas menggunakan prinsip distribusi Boltzman. Algoritma *simulated annealing* secara umum untuk penyelesaian masalah optimasi adalah:
 - a. Bangkitkan state awal S_0 yang diperoleh dengan membangkitkan bilangan acak pada komputer dan tidak boleh ada angka yang kembar.
 - b. Hitung energi E_0 pada awal S_0 .
 - c. Update state S dengan aturan *update* sesuai permasalahan menjadi S_1 .
 - d. Hitung energi E_1 .
 - e. Bangkitkan bilangan acak $P=[0, 1]$
 - f. Jika $P < \exp(-\Delta E/T)$, state diterima; jika tidak, state ditolak
 - g. Ulangi langkah ketiga sampai mencapai kriteria berhenti

Kelebihan *simulated annealing* dibandingkan dengan metode lain adalah kemampuannya untuk menghindari jebakan optimal lokal. Algoritmanya merupakan algoritma pencarian acak, tetapi tidak hanya menerima nilai obyektif yang selalu turun, melainkan terkadang menerima nilai obyektif yang naik juga [9]. TSP merupakan salah satu permasalahan optimasi kombinatorial. Permasalahan matematika tentang TSP dikemukakan pada tahun 1800 oleh matematikawan Irlandia, William Rowan Hamilton dan matematikawan Inggris Thomas Penyngton. TSP merupakan sekumpulan Kota dan biaya perjalanan (jarak) yang diberikan antar masing-masing pasangan beberapa Kota yang digunakan untuk menemukan jalan terbaik

kunjungan ke semua Kota dan kembali ke titik awal dalam upaya meminimalkan biaya atau jarak perjalanan [10]. *Simulated Annealing* terdiri atas sederetan rantai Metropolis pada setiap penurunan suhu yang berbeda. Tujuan dan rantai Metropolis ini tak lain adalah untuk mengijinkan sistem mencapai kesetimbangan termalnya. Perubahan perlahan-lahan dalam Simulated Annealing disebut *Annealing Schedule*. Terdapat empat komponen Annealing Schedule yaitu, suhu awal, suhu akhir, aturan penurunan suhu, iterasi pada setiap suhu tertentu [8]. Temperatur schedule merupakan komponen penting algoritma *simulated annealing*. *Schedule* yang baik harus efisien yaitu menghasilkan penyelesaian akhir paling baik dan umum (general) yang dapat diterapkan pada berbagai masalah. Annealing Schedule yang sering digunakan adalah

$$T = T_0 \left(\frac{T_N}{T_0} \right)^{\frac{1}{N}} \quad (4)$$

Dalam kaitan dengan simulated annealing dan optimasi, [11] juga telah melakukan penelitian optimasi distribusi barang berdasarkan rute dan daya tampung menggunakan metode Simulated Annealing. Dalam penelitian tersebut, dibuat sebuah aplikasi optimasi pendistribusian barang dengan mempertimbangkan rute perjalanan dan daya tampung kendaraan. Sodak (2017) juga telah melakukan penelitian mengenai simulasi dengan metode annealing. Masalah yang disimulasikan yaitu penentuan rute terpendek untuk pergerakan petugas Perum Bulog dalam mendistribusikan beras di wilayah Kota Kupang [12]. Berdasarkan uraian masalah yang ada maka dilakukan penelitian tentang kajian optimasi rute terpendek menggunakan metode *Simulated Annealing* untuk distribusi obat pada jaringan apotek kimia farma di Kota Kupang.

2. Metode Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta jaringan Kimia Farma di Kota Kupang. Penelitian ini dilaksanakan dalam 6 tahapan penting yaitu sebagai berikut:

1. Tahap pengumpulan data

Pada tahap ini, yang dilakukan adalah mengumpulkan data yang diperlukan selama penelitian berlangsung. Data tersebut berupa data jumlah outlet jaringan Kimia Farma di Kota Kupang. Data yang dikumpulkan tersebut akan dipakai sebagai input pada pengolahan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat.

2. Tahap perancangan graf

Pada tahap ini ditentukan graf yang akan dipakai. Kemudian ditentukan titik-titik pada graf yang akan digunakan dalam menentukan rute-rute yang bisa dilewati untuk distribusi obat-obatan pada apotek kimia farma di Kota Kupang. Rute-rute tersebut dimulai dari titik awal ke titik-titik selanjutnya. Dari rute-rute tersebut kemudian dicari energi minimum dengan rute terpendek dalam distribusi jaringan apotek kimia farma.

3. Tahap update state

Pada proses ini, state akan diterima simulated annealing ini dengan probabilitas:

$$p = e^{\frac{-\Delta E}{KT}} \quad (1)$$

Algoritma *Simulated Annealing*:

- Membangkitkan state awal S_0
- Menghitung Energi E_0 pada awal S_0
- Mengupdate State S dengan aturan update sesuai permasalahan menjadi S_i
- Menghitung Energi E_i
- Membangkitkan bilangan acak $p = [0,1]$ Jika $p < \exp(-\Delta E/T)$, state diterima; jika tidak, state ditolak
- Mengulangi langkah ketiga sampai mencapai kriteria berhenti

4. Tahap Simulasi

Pada tahap ini digunakan Software Matlab sebagai media simulasi berdasarkan data yang ada. Input dari simulasi ini berupa outlet kimia farma yang ada di Kota Kupang dan outputnya berupa rute terpendek.

5. Tahap perancangan komponen perangkat lunak

Tahapan perancangan komponen perangkat lunak ini dibagi menjadi 2 (dua) bagian yakni; Perancangan Tampilan dan perancangan koordinat titik lokasi.

a. Perancangan Tampilan

Dalam penelitian ini menggunakan Graphical User Interface (GUI) versi 2013a untuk merancang aplikasinya

b. Perancangan koordinat lokasi

Penentuan koordinat titik lokasi yang akan digunakan pada simulasi dilakukan melalui beberapa tahapan yakni:

(1) Peta administrasi diolah menggunakan software ArcGIS; (2) Titik koordinat lokasi pedagang besar farmasi dan outlet jaringan kimia farma di ambil menggunakan Google earth dalam bentuk UTM (universal Transverse Mercator); (3) Peta hasil sayatan dan lokasi yang diperoleh kemudian digabungkan menggunakan software surfer 13. Hasil penggabungan ini kemudian diekspor lalu disimpan dalam bentuk PNG; (4) Hasil penggabungan diinput ke dalam matlab menggunakan aplikasi yang telah dibuat; dan (5) Titik kordinat hasil plot dengan matlab akan digunakan pada simulasi.

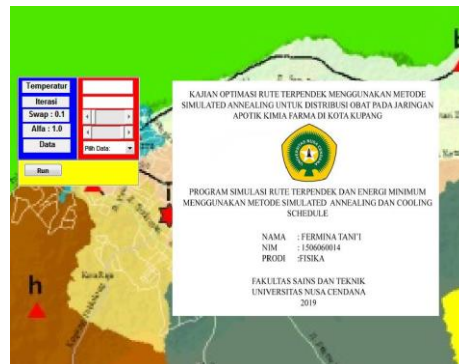
6. Tahap analisis dan hasil

Pada tahap ini, dianalisis rute terpendek dalam bentuk graf dari metode yang digunakan sehingga diperoleh rute terpendek untuk diterapkan pada distribusi obat-obatan pada jaringan apotek kimia farma di Kota Kupang.

3. Hasil dan Pembahasan

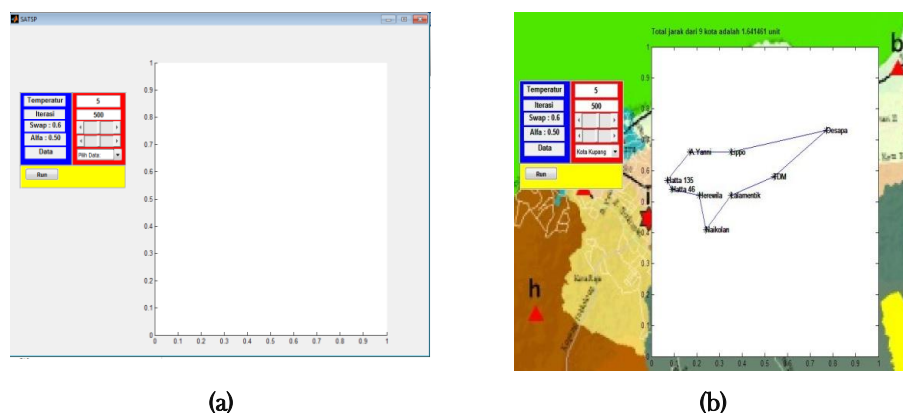
3.1 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak berhasil dirancang menggunakan GUI. Aplikasi ini disimpan dengan nama SATSP.fig



Gambar 1. Tampilan awal pada aplikasi

Pada aplikasi *Travelling Salesman problem (TSP)* yang telah dibuat terdapat 2 (dua) buah kolom yang digunakan untuk menginput data, 1 (satu) buah tombol *running*, 2 (dua) buah *sliderstep*, 1 (satu) buah layar/*axes* dan 1 (satu) buah menu pilihan. Proses yang dilakukan untuk menjalankan aplikasi adalah: menginputkan nilai temperatur dan iterasi pada 2 (dua) buah kolom yang tersedia; Mengatur nilai *Swap* dan *Alfa* menggunakan *slider* yang ada; Memilih data pada menu pilihan; Klik tombol *Run* untuk memulai proses *iterasi*. Proses ini akan berhenti ketika telah mencapai jumlah iterasi seperti yang diinputkan. Keempat proses ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. (a) proses *input data* (b) Proses *iterasi*

3.2 Penulisan kode program

Saat aplikasi ini disimpan dengan nama SATSP.Fig, editor akan muncul untuk M-file matlab. Melalui editor ini, diinputkan kode program untuk mengaktifkan tombol-tombol yang ada pada perangkat lunak yang telah berhasil dirancang. Kode program yang perlu diinputkan sebagai berikut:


```

% --- Executes on button press in run.
function run_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to run (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
clc
selection = get(handles.data, 'Value');
switch selection
case 2
clear Kota;
clear SA7;
Kota_Kupang;
set(handles.initial_temperature, 'Enable', 'Off')
set(handles.alfa, 'Enable', 'Off')
set(handles.initial_iterations, 'Enable', 'Off')
set(handles.initial_swap, 'Enable', 'Off')
set(handles.run, 'Enable', 'Off')
set(handles.data, 'Enable', 'Off')
Kota = load ('Kota.mat');
Kota = Kota.Kota;
SA7(Kota,...
str2double(get(handles.initial_temp
erature,'String')),...
get(handles.alfa,'Value')),...
str2double (get (handles.initial_iter
ations,'String')),...
get(handles.initial_swap, 'Value')) ;

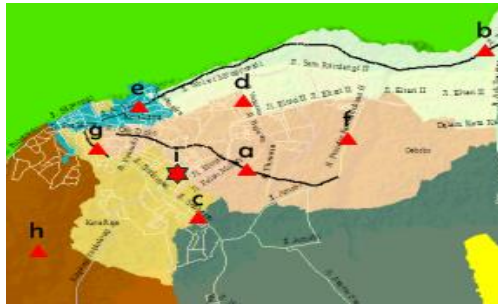
set (handles.initial_temperature, '
Enable', 'On')
    set(handles.alfa,      'Enable', '
On')
        set(handles.initial_iterations,
'Enable', 'On')
            set(handles.initial_swap,
'Enable', 'On')
                set(handles.run, 'Enable',
'On')
                    set(handles.data, 'Enable', '
On')
end

```

Penulisan kode program diatas berfungsi untuk menjalankan proses pencarian rute terpendek dan pemanggilan variabel yang berisi kode program untuk menjalankan simulasi. Untuk menjalankan fungsi dari simulated annealing maka dibuat beberapa kode tambahan seperti *simulated annealing*, plot titik, *distance* dan *swap*.

3.3 Titik Koordinat Lokasi

Titik koordinat lokasi jaringan Apotek Kimia Farma diambil menggunakan *software Google earth* dalam bentuk UTM (*Universal Transverse Mercator*) disimpan menggunakan excel sehingga dapat diolah menggunakan *software* surfer 13. Hasil olahan menggunakan surfer 13 dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Peta hasil olahan Surfer 13

Selanjutnya, peta PNG tersebut diinput ke dalam perangkat lunak yang telah dirancang menggunakan *software* Matlab 2013a. Hal ini bertujuan untuk membuat titik koordinat berdasarkan skala matlab. Koordinat-kordinat yang telah dibuat ini, kemudian digunakan saat pengujian perangkat lunak. Posisi yang digunakan pada aplikasi yang dirancang sama dengan posisi titik-titik koordinat peta administrasi hasil olahan surfer 13.

Berikut ini adalah kode program tiap lokasi yang telah diubah berdasarkan skala matlab dan menjadi sebuah fungsi.

```
function f = Kota_Kupang()
```

```
temp_x = [0.21 0.52
```

```
0.77 0.73
```

```
0.17 0.66
```

```
0.54 0.58
```

```
0.24 0.41
```

```
0.35 0.66
```

```
0.35 0.52
```

```
0.07 0.57
```

```
0.09 0.54];
```

```
Kota = [temp_x(:,1)';temp_x(:,2)'];
```

```
save Kota.mat ;
```

Kode program di atas disimpan dengan nama Kota_Kupang.m. Kode program ini berperan sebagai sebuah fungsi yang berisi koordinat hasil perubahan menggunakan matlab.

3.4 Penentuan Rute Terpendek

Hasil yang diharapkan pada pengujian ini adalah mendapatkan energi minimum dengan rute terpendek dari garis lurus dari satu titik ke titik lainnya dalam distribusi jaringan apotek Kimia Farma. Dalam pencarian rute terpendek ini, digunakan sebuah teknik cooling schedule dengan tujuan menurunkan temperatur untuk setiap iterasinya. Nilai model pada teknik ini memiliki nilai yaitu temperatur tidak boleh sama dengan nol meskipun harus kecil. Energi yang dibutuhkan untuk melakukan proses distribusi dalam satu kali berjalan yaitu dengan melihat jarak tempat terdekat dan jumlah tempat yang akan dituju. Pada kasus ini, state yang dipakai adalah nama-nama dari jaringan apotek kimia farma di Kota Kupang. Jarak antar apotek dapat dilihat pada Gambar 2. Di mana simbol segitiga berwarna merah merupakan state-state yang akan dikunjungi oleh petugas yang akan melakukan distribusi obat-obatan sedangkan simbol bintang berwarna merah merupakan state awal dimulai distribusi. State awal dari kasus distribusi obat-obatan ini adalah Apotek Kimia Farma Herewila. Untuk menentukan state berikutnya, maka

yang diperlukan adalah proses update state dengan tujuan untuk memilih tempat terdekat kedua dari state awal (apotek kimia farma Herewila). Pada Tabel 1 diberikan penomoran untuk tiap lokasi agar mudah untuk perhitungan energi dan penyusunan rute.

Tabel 1. Daftar nama apotek dan koordinatnya di Kota Kupang

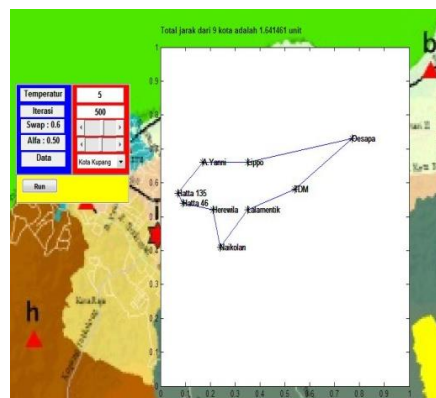
No	Apotek	X	Y
1	Kimia Farma Herewila	0.21	0.52
2	Kimia Farma Oesapa	0.77	0.73
3	Kimia Farma A. Yanni	0.17	0.66
4	Kimia Farma TDM	0.54	0.58
5	Kimia Farma Naikolan	0.24	0.41
6	Kimia Farma Lippo	0.35	0.66
7	Kimia Farma Lalamentik	0.35	0.52
8	Kimia Farma 135 Hatta	0.07	0.57
9	Kimia Farma 46 Hatta	0.09	0.54

Koordinat X-Y pada Tabel 1 merupakan titik koordinat yang telah diubah menggunakan perangkat lunak. Perhitungan energi dapat dilakukan dengan cara manual dan menggunakan algoritma *simulated annealing*. Penyusunan rute secara manual menggunakan penalaran berdasarkan jarak terdekat dari titik awal ke tempat tujuan sehingga total jarak dari state awal sampai dengan state akhir menghasilkan nilai yang belum tentu optimal.

Tabel 2. Perhitungan energi SA secara manual

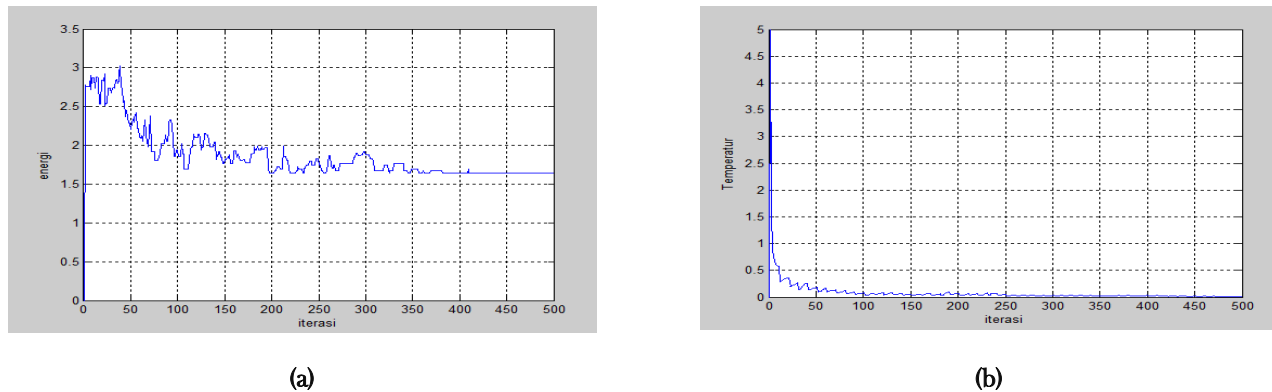
No	Susunan Rute Manual	Jumlah Energi
1	1-5-7-4-2-6-3-8-9-1	1.641460608 satuan
2	1-5-9-3-6-2-4-7-5-1	1.8059475303 satuan
3	1-8-3-6-2-4-7-5-9-1	1.907808416 satuan
4	1-9-8-3-6-2-4-7-5-1	1.6711996315 satuan

Tabel 2 di atas adalah perhitungan energi *Simulated annealing* menggunakan persamaan 2 dan 3. Total dari jumlah energi yang dihasilkanpun berbeda-beda. Namun yang digunakan sebagai alternatif rute optimal adalah rute manual nomor 1 (1-5-7-4-2-6-3-8-9-1) karena total jumlah energi yang dihasilkan lebih kecil dari yang lain yaitu 1.641460608 satuan. Pada kasus distribusi obat-obatan ini ada 9 titik yang divisualisasikan. Pemodelan visualisasi rute terpendek pada kasus ini diuji dengan nilai input temperatur = 5 derajat, iterasi = 500, swap = 0.6 dan alfa = 0.50. Visualisasi yang terbentuk, ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Visualisasi simulasi *update state* rute

Hasil visualisasi yang ditunjukkan pada Gambar 4. menunjukkan bahwa pencarian menggunakan variasi berupa nilai temperatur 5 satuan derajat dengan iterasi sebanyak 500 pada swap 0.6, dan alfa 0.50 diperoleh rute alternatif dengan urutan 1-5-7-4-2-6-3-8-9-1. Selama proses visualisasi berlangsung, nilai energi dan nilai suhu terus menurun secara acak. Proses ini berlangsung hingga mencapai batas ambang nilai iterasi yang diberikan dan nilai energi mencapai nilai tetap atau konstan. Keadaan penurunan energi dan penurunan suhu ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. (a) Grafik penurunan energi (b) Grafik penurunan temperatur

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin kecil nilai temperatur maka pencarian rute terpendek semakin terfokus. Selain itu, nilai energi juga semakin menjadi optimal saat terjadi penurunan temperatur. Sesuai dengan hasil penelitian, perhitungan rute secara manual membutuhkan tenaga dan waktu yang cukup besar dibandingkan dengan menggunakan perangkat lunak. Perangkat lunak lebih memudahkan karena tidak banyak menguras tenaga dan waktu selama proses penentuan rute terpendek berlangsung. Berdasarkan hasil simulasi, energi total minimum dari pencarian rute terpendek pada distribusi obat-obatan sebesar 1.641460608 satuan dengan rutenya adalah : 1-5-7-4-2-6-3-8-9-1.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa proses pencarian rute terpendek pada distribusi obat-obatan pada apotek Kimia Farma menggunakan metode *simulated annealing* berhasil dilakukan dengan energi total minimum dari pencarian rute terpendek pada distribusi obat-obatan sebesar 1.641460608 satuan dengan rutenya adalah : 1-5-7-4-2-6-3-8-9-1.

Daftar Pustaka

- [1] A. Restiasari, R. I. S. Beki, and A. Gozali, "Kepastian Hukum Apotek Rakyat Dan Pekerjaan Kefarmasian," *Soepra*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.24167/shk.v3i1.693.
- [2] P. P. R. INDONESIA and N. 72 T. 2012, *SISTEM KESEHATAN NASIONAL*. 2012, p. 32.
- [3] PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA and NOMOR 35 TAHUN 2014, *STANDAR PELAYANAN KEFARMASIAN DI APOTEK*, vol. 12, no. 2007. 2014, pp. 703-712.
- [4] BPOM, *Peraturan Badan pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No 9 Tahun 2019*, vol. 53. 2019, pp. 1689-1699.
- [5] M. M and Subanar, "Kajian terhadap Beberapa Metode Optimasi (Survey of Optimization Methods)," *JUITA*, vol. V, no. 1, pp. 45-50, 2017.
- [6] E. Samana, B. Prihandono, and E. Noviani, "Aplikasi Simulated Annealing untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem," *Bul. Ilm. Mat. Stat. dan Ter.*, vol. 03, no. 1, pp. 25-32, 2015.
- [7] A. Andriansyah, R. Novatama, and P. D. Sentia, "Algoritma Simulated Annealing untuk Menentukan Rute Kendaraan Heterogen (Studi Kasus)," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 5, p. 933, 2020, doi: 10.25126/jtiik.2020752018.
- [8] M. H. Azmi, Sugiono, and C. F. M. Tantrika, "PENJADWALAN PRODUKSI ROKOK UNTUK MEMINIMALKAN MAXIMUM TARDINESS MENGGUNAKAN ALGORITMA SIMULATED ANNEALING (Studi Kasus di PR. Adi Bungsu Malang)," *J. rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 353-362, 2015.
- [9] S. Wiktasari; Fahriah, "Metode Simulated Annealing untuk Optimasi Penjadwalan Perkuliahan Perguruan Tinggi,"

JTET (Jurnal Tek. Elektro Ter., vol. 10, no. 1, pp. 7-15, 2021, doi: 10.21456/vol6iss2pp133-143.

- [10] D. B. Paillin and J. M. Tupan, "Optimasi Rute Distribusi Produk Nestle Menggunakan Metode Branch and Bound Dan Two-Way Exchange Improvement Heuristic (Studi Kasus : Pt. Paris Jaya Mandiri - Ambon)," *ALE Proceeding*, vol. 1, no. April, pp. 156-162, 2018, doi: 10.30598/ale.1.2018.156-162.
- [11] S. D. Juniarto, E. Martiana, A. Fariza, and I. Prasetyaningrum, "Optimasi Distribusi Barang Berdasarkan Rute dan Data Tampung menggunakan metode Simulated Annealing," *Jur. Tek. Informasi, PENS-ITS Surabaya*, pp. 274-282, 2020.
- [12] F. Sodak, "Simulasi Efektivitas Algoritma Simulated Annealing dalam Penentuan Rute Terpendek untuk Distribusi Raskin di Kota Kupang," Universitas Nusa Cendana, 2017.