

## Penentuan Rute Penarikan Obat Penyebab Gagal Ginjal Akut pada Anak di Fasilitas Kesehatan Kota Yogyakarta

### *Determination of Drug Withdrawal Routes that Cause Chronic Kidney Disease in Children among Yogyakarta's Healthcare Facilities*

Lukman Adhitama<sup>1</sup>, Dodi Rahmad<sup>2</sup>, Fauzan Yoga Pratama<sup>3</sup>, Dwi Megah Purnamasari<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

<sup>1</sup>lukmanadhitama@mail.ugm.ac.id, <sup>2</sup>dodirahmad@mail.ugm.ac.id, <sup>3</sup>fauzanyogapratama@mail.ugm.ac.id,

<sup>4</sup>dwipurnamasari@mail.ugm.ac.id

#### **Abstract**

*The increase in cases of chronic kidney disease in children requires immediate action. The cause of this case is the finding of dangerous ingredients in children's medicines. To prevent the increasing cases of kidney disease in children, the government needs to withdraw drugs from healthcare facilities, especially among public health centers which are the main destination for parents to check their children when they are sick. In order for withdrawals to be carried out quickly, it is necessary to optimize the visiting route. This is part of the traveling salesman problem. The problem optimization process can be done using the ant colony system method. The route results obtained have a travel time of 142 minutes, a total time of 7.87 hours, transportation costs Rp. 135,695.00, and CO emissions of 1,728g.*

**Keywords:** route, traveling salesman problem, drug, ant colony system

#### **Abstrak**

Peningkatan kasus gagal ginjal akut pada anak memerlukan tindakan khusus. Penyebab kasus ini adalah adanya temuan kandungan berbahaya pada obat anak. Untuk mencegah semakin meningkatnya kasus gagal ginjal pada anak pemerintah perlu melakukan penarikan obat dari fasilitas kesehatan terutama puskesmas yang menjadi tempat tujuan utama orang tua memeriksakan anaknya yang sedang sakit. Agar penarikan dapat dilakukan dengan cepat maka perlu adanya pengoptimalan rute kunjungan. Hal tersebut merupakan bagian dari traveling salesman problem. Proses optimasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode ant colony system. Hasil rute yang diperoleh memiliki waktu tempuh sebesar 142 menit, waktu total 7,87 jam, biaya transportasi Rp135.695,00, dan emisi CO sebesar 1.728g.

**Kata kunci:** Rute, *Traveling Salesman Problem*, Obat, *Ant Colony System*.

#### **Pendahuluan**

Ginjal merupakan organ dari saluran kemih yang memiliki fungsi utama menyaring kotoran dan darah untuk dibuang melalui urin. Peningkatan kasus gagal ginjal anak meningkat dalam dua bulan terakhir. Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan (sumber berita tempo), pasien gagal ginjal akut anak berjumlah 269 orang[1]. Kasus tersebut menuai perhatian tinggi dari masyarakat. Hal ini karena secara umum penyakit ginjal pada anak baik usia balita maupun di atas tiga tahun disebabkan oleh kelainan bawaan[2]. Akan tetapi berdasarkan temuan BPOM kasus peningkatan gagal ginjal akut pada anak disebabkan karena konsumsi obat sirup yang mengandung bahan kimia berbahaya Etilen Glikol (EG), Dietilen Glikol (DEG), dan Etilen Glikol Butil Eter (EGBE)[3]. Etilen glikol (*ethylene glycol*) berwujud cairan yang tidak berwarna, tidak berbau, dan memiliki rasa manis. Dietilen glikol (*diethylene glycol*) memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan etilen glikol. Zat ini dapat digunakan sebagai pelarut dalam obat sirup akan tetapi dapat menyebabkan keracunan jika dikonsumsi melebihi batas aman[4].

Untuk menghentikan penggunaan obat yang berbahaya bagi anak, maka pemerintah harus mempunyai andil yang besar. Hal ini dilakukan untuk melindungi masyarakat terutama anak dari bahaya yang disebabkan oleh penggunaan obat yang tidak memenuhi standar dan persyaratan mutu. Pemerintah berperan melindungi

masyarakat melalui pengawasan *pre-market* dan *post-market*. Pengawasan *pre-market* dilakukan melalui upaya pemberian izin edar[5]. Hanya obat yang telah memiliki izin edar yang diperbolehkan untuk diedarkan di masyarakat. Adapun pengawasan *post-market* dilakukan melalui upaya pengawasan rutin dan pengujian sampel produk yang telah beredar di masyarakat[6]. Dalam hal kasus gagal ginjal anak yang terjadi saat ini, maka pemerintah perlu melakukan penarikan obat-obat anak yang mengandung zat yang berpotensi membahayakan kesehatan anak dari peredaran[7]. Hal tersebut untuk mencegah meningkatnya kasus penyakit gagal ginjal anak yang diiringi juga dengan proses mengatasi kasus yang telah terjadi.

Kasus peningkatan gagal ginjal akut pada anak juga perlu diantisipasi di Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan hal tersebut, pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta menginstruksikan pembuatan tim khusus untuk mengatasi permasalahan yang ada dengan melakukan penarikan obat yang beredar. Kegiatan penarikan obat ini dapat dilakukan oleh Dinas Kesehatan terkait[8]. Penarikan obat merupakan cara efektif untuk melindungi masyarakat dari risiko produk berbahaya. Penarikan obat yang tidak memenuhi standar/ketentuan peraturan perundang-undangan dilakukan oleh pemilik izin edar berdasarkan perintah penarikan oleh BPOM (*mandatory recall*) atau berdasarkan inisiasi sukarela oleh pemilik izin edar (*voluntary recall*).

Kasus penyakit gagal ginjal anak hingga perlunya penarikan obat berbahaya dari peredaran harus dilakukan secara optimal. Dalam hal ini kegiatan tersebut harus segera dilakukan dan dicapai dengan waktu yang sesingkat-singkatnya. Fokus utama kegiatan tersebut dapat diprioritaskan pada fasilitas kesehatan berupa puskesmas terlebih dahulu. Hal ini karena 84% orang di Indonesia cenderung memilih puskesmas sebagai tempat berobat pertama dibandingkan fasilitas kesehatan lain seperti rumah sakit maupun klinik[9]. Oleh karena itu, kami melakukan penelitian ini yang bertujuan menentukan rute kunjungan dengan waktu minimal. Penelitian kami lakukan dengan mengambil contoh studi kasus di Kota Yogyakarta yang merupakan ibukota Daerah Istimewa Yogyakarta. Proses optimasi kami lakukan dengan pendekatan *traveling salesman problem* dan metode *ant colony system* untuk didapatkan rute penarikan dengan waktu minimal. Hasil tersebut kemudian menjadi acuan untuk menghitung waktu total, biaya dan emisi dari kegiatan penarikan obat di puskesmas-puskesmas Kota Yogyakarta.

## Metode Penelitian

Penelitian ini berusaha menentukan rute kunjungan yang optimal. Pendekatan *traveling salesman problem* menjadi dasar dalam penelitian ini. Proses penentuan rute sendiri dilakukan dengan metode metaheuristik yaitu *ant colony system*. Berikut penjelasan terkait pendekatan dan metode yang digunakan.

### A. Traveling Salesman Problem

Traveling Salesman Problem adalah permasalahan seorang salesman mengunjungi sekumpulan lokasi masing-masing sebanyak satu kali yang diawali dari suatu titik lalu kembali ke titik awal tersebut[10]. Proses tersebut harus dilakukan secara optimal yang dapat diidentifikasi dari jarak atau waktu yang minimal[11]. Dalam melakukan kunjungan ke setiap lokasi pendekatan ini tidak mempertimbangkan kapasitas kendaraan. Dapat dikatakan bahwa *traveling salesman problem* menggunakan kendaraan yang tidak memiliki batasan angkut atau muatan. Dalam permasalahan penarikan obat penyebab gagal ginjal akut pada anak tidak diketahui jumlah obat di tiap fasilitas kesehatan maka pendekatan ini digunakan untuk menemukan solusi rute pengambilan.

### B. Ant Colony System

*Ant Colony System* merupakan metode metaheuristik yang diadaptasi dari perilaku semut keluar sarang untuk mencari makanan lalu kembali lagi ke sarangnya[12]. Pada awalnya hanya ada satu semut di sekitar makanan tersebut. Semut tersebut akan pergi dan meninggalkan jejak berupa zat feromon. Jejak ini dapat menguap jika dibiarkan. Akan tetapi, apabila semut lain melintasinya maka akan menjadikannya semakin tebal[13]. Secara teknis berikut tahapan dari metode *Ant Colony System*.

#### 1. Inialisasi Parameter

Metode *ant colony system* memiliki 5 parameter yang perlu ditentukan yaitu bobot *feromon* atau alpha ( $\alpha$ ), bobot *visibility* atau betha ( $\beta$ ), koefisien penguapan feromon atau rho ( $\rho$ ), jumlah semut ( $m$ ) dan jumlah iterasi ( $i$ )[14]. Setiap kombinasi parameter akan menghasilkan solusi yang berbeda-beda. Pada penelitian ini mengadaptasi penggunaan parameter dari penelitian Jabir dkk (2017) dengan nilai parameter sebagai berikut.

Tabel 1 Parameter *Ant Colony System*

Level	Parameter
1	$\alpha = 0.1, \beta = 1, \rho = 0.1, m = 10, i = 10$
2	$\alpha = 0.3, \beta = 2, \rho = 0.2, m = 20, i = 50$
3	$\alpha = 0.4, \beta = 3, \rho = 0.3, m = 30, i = 60$
4	$\alpha = 0.5, \beta = 4, \rho = 0.4, m = 40, i = 100$
5	$\alpha = 0.7, \beta = 5, \rho = 0.5, m = 50, i = 200$

## 2. Pemilihan Lokasi

Tahap ini mengawali keberangkatan dari titik 1 kemudian menjadikannya tidak bisa dikunjungi di titik kedua. Titik selanjutnya dipilih berdasar peluang semut mengunjungi titik yang belum dipilih[15]. Perhitungan peluang ini dilakukan dengan rumus berikut.

$$p_k(r, s) = \frac{A}{B} = \frac{\tau(r, s)^\alpha \eta(r, s)^\beta}{\sum_{u \in M_k} \tau(r, u)^\alpha \eta(r, u)^\beta}$$

## 3. Pembaruan feromon

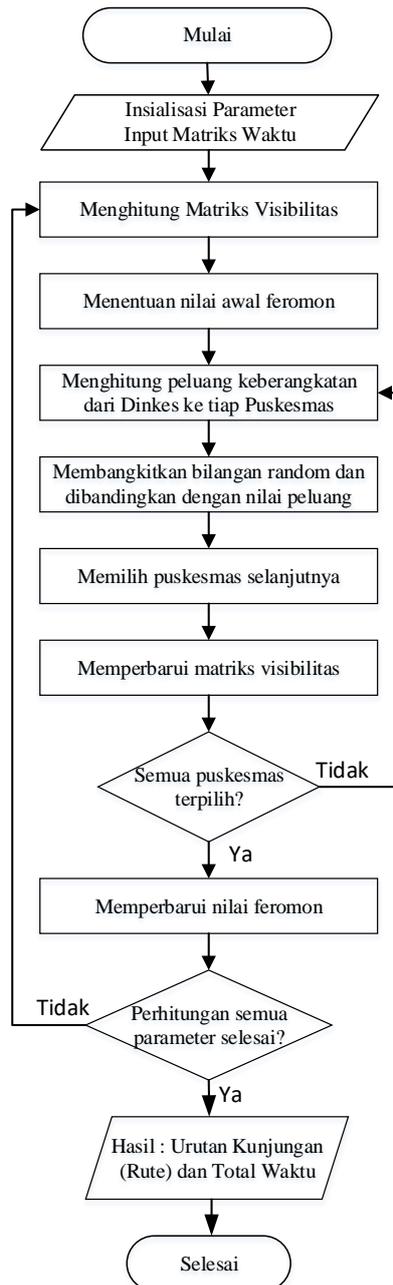
Setelah lokasi tujuan terpilih maka akan ada feromon yang ditinggalkan. Lalu ketika pemilihan lokasi lain maka nilai feromon akan berubah[16]. Rumus proses tersebut adalah sebagai berikut.

$$\tau_{ij} = \tau_{ij} + \Delta \tau_{ij}^k$$

## 4. Pembentukan Solusi

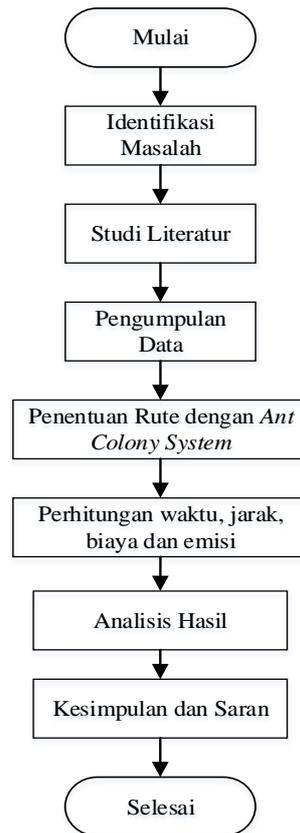
Rute optimal terbentuk berdasarkan urutan lokasi yang dilewati oleh semua semut yang diinisialisasikan di tahap awal. Dengan dilewati semua semut maka menjadikan feromonnya menjadi yang paling tinggi. Oleh karena itu, rute dianggap sebagai yang paling optimal[17].

Keempat langkah tersebut merupakan gambaran umum dari keseluruhan berjalannya algoritma *ant colony system*. Dalam prosesnya, algoritma ini melakukan perhitungan secara lebih kompleks. Pemilihan metode ini dilakukan dengan pertimbangan karena metode metaheuristik mampu menyelesaikan masalah dengan jumlah data besar namun tidak membutuhkan waktu lama serta memberi hasil yang cukup optimal[18]. Masukan dari algoritma ini berupa matriks hubungan antar node atau lokasi serta kelima parameter yang telah dijelaskan. Luaran hasil perhitungan metode ini mengikuti tujuan masing-masing peneliti yang dapat berupa jarak, waktu maupun biaya. Dalam penelitian ini algoritma *ant colony system* yang kami buat memiliki alur sebagai berikut.



Gambar 1 Diagram Alir *Ant Colony System*

Berdasarkan penjelasan mengenai pendekatan dan metode penelitian kami di atas. Kami juga menyajikan diagram alir penelitian untuk memudahkan peneliti lain jika ingin melakukan penelitian sejenis. Berikut adalah diagram alir dari penelitian yang kami jalankan.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

### Pengumpulan Data

Untuk dapat melakukan penarikan obat di fasilitas kesehatan di Yogyakarta maka perlu mengetahui daftar tempat dan alamat masing-masing. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta diketahui bahwa terdapat 19 puskesmas yang tersebar di 14 Kecamatan di Kota Yogyakarta[19]. Daftar lengkap puskesmas beserta alamatnya terdapat pada tabel di bawah.

Tabel 2 Daftar Fasilitas Kesehatan Kota Yogyakarta

Notasi	Fasilitas Kesehatan	Alamat
1	Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta	Jalan Kenari No.56, Muja Muju, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55165
2	Puskesmas Danurejan 1	Jalan Danurejan, Bausasran, Kec. Danurejan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55211
3	Puskesmas Danurejan 2	Jalan Krasak Timur No.34, Bausasran, Kec. Danurejan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55211
4	Puskesmas Gedongtengen	Jalan Pringgokusuman No.30, Pringgokusuman, Gedong Tengen, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55272
5	Puskesmas Gondokusuman 1	Jalan Tunjung No.1, Baciro, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55225
6	Puskesmas Gondokusuman 2	Jalan Prof. DR. Sardjito No.22, Terban, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55223
7	Puskesmas Gondomanan	Jalan Gondomanan No.9, Prawirodirjan, Gondomanan, Yogyakarta City, Special Region of Yogyakarta 55166
8	Puskesmas Jetis	Jalan Pangeran Diponegoro No.91, Bumijo, Kec. Jetis, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55231
9	Puskesmas Kotagede 1	Jalan Kemasam No.12, Prenggan, Kec. Kotagede, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55173
10	Puskesmas Kotagede 2	Jalan Ki Penjawi No.4, Rejowinangun, Kec. Kotagede, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55171

Notasi	Fasilitas Kesehatan	Alamat
11	Puskesmas Kraton	Jalan Masikanan KT II No.457, Panembahan, Kec. Kraton, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55131
12	Puskesmas Mantrijeron	Jalan DI Panjaitan No.82, Suryodiningratan, Kec. Mantrijeron, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55141
13	Puskesmas Mergangsan	Gg. Brojopermono, Wirogunan, Kec. Mergangsan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55151
14	Puskesmas Ngampilan	Jalan Munir Serangan Blok.NG.II No.215, Notoprajan, Ngampilan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55262
15	Puskesmas Pakualaman	Jalan Jayeng Prawiran No.13, Purwokinanti, Pakualaman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55166
16	Puskesmas Tegalrejo	Jalan Magelang KM.2 No.180, Karangwaru, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55242
17	Puskesmas Umbulharjo 1	Jalan Veteran No.43, Muja Muju, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55165
18	Puskesmas Umbulharjo 2	Jalan Hibrida No.194, Muja Muju, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55165
19	Puskesmas Wirobrajan	Jalan Dorodasih, Patangpuluhan, Wirobrajan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55251

Berdasarkan 19 titik lokasi yang ada maka perlu dibuat matriks waktu. Matriks waktu merupakan kumpulan waktu perjalanan dari satu lokasi ke lokasi lain. Matriks waktu akan menjadi masukan dalam optimasi rute yang akan dilakukan. Proses pencatatan waktu dilakukan pada hari Sabtu, 3 Desember 2022 pada pukul 09.00 hingga 14.00 WIB.

### Hasil dan Pembahasan

Dalam menentukan rute pengambilan obat di setiap puskesmas di Kota Yogyakarta dilakukan dengan menggunakan metode *ant colony system*. Proses komputasi dilakukan dengan nilai elemen parameter yang berbeda-beda menggunakan software matlab secara *online*. Hasil yang diperoleh dari perhitungan rute yang dilakukan adalah sebagai berikut.

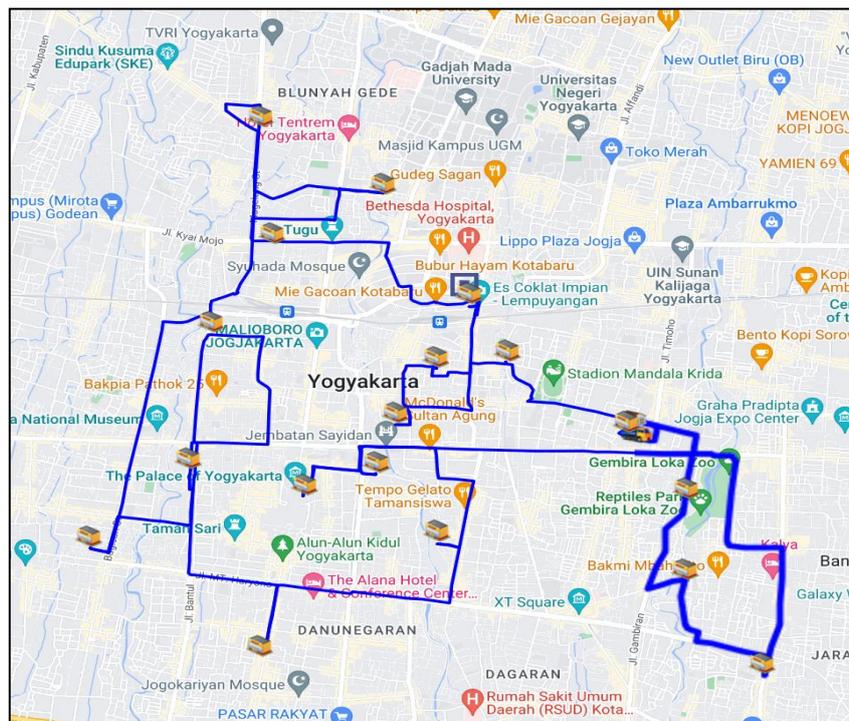
Tabel 4 Hasil Penentuan Rute

Parameter	Hasil Rute	Waktu Tempuh (menit)
1	1→10→9→7→13→2→12→19→11→6→17→3→4→14→15→16→18→8→5→1	216
2	1→17→10→9→12→19→16→8→6→3→2→5→18→15→13→7→14→4→11→1	149
3	1→18→5→3→16→8→6→4→14→11→7→12→2→15→13→19→9→10→17→1	151
4	1→18→5→3→6→8→16→19→12→9→10→17→13→7→11→15→2→4→14→1	148
5	1→18→5→2→15→3→8→6→16→19→14→4→12→13→7→11→17→10→9→1	142

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa matriks penentuan rute penarikan obat dilakukan dengan menggunakan 5 level parameter algoritma *ant colony system*. Hasil dari lima rute yang didapat berbeda satu dengan yang lain. Pada rute pertama diketahui hasil waktu tempuhnya adalah 216 menit atau 3,6 jam hingga semua tempat dikunjungi. Rute kedua menghasilkan waktu tempuh 149 menit atau setara 2,48 jam. Artinya, rute tersebut jauh lebih baik dibandingkan rute 1 karena waktu tempuhnya lebih kecil. Terdapat selisih yang cukup besar antara rute 1 dan 2 yaitu sebesar 67 menit atau kurang lebih 1 jam. Kemudian, hasil pengolahan yang ketiga didapatkan rute dengan waktu tempuh 151 menit. Rute ini ternyata tidak lebih baik daripada rute sebelumnya karena memiliki selisih 2 menit lebih besar daripada rute 2. Pada perhitungan rute yang ke 4 terjadi pengurangan waktu sebesar 1 menit yang menandakan bahwa rute 4 lebih baik daripada rute 2. Rute 4 memiliki waktu tempuh sebesar 148 menit. Kemudian, perhitungan ke 5 didapatkan rute dengan waktu 142 menit. Rute ini memiliki waktu terkecil di antara keempat rute yang didapatkan sebelumnya.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka rute dengan waktu tempuh paling minimal terpilih sebagai rute terbaik. Rute tersebut didapatkan pada pengolahan ke 5 dengan menggunakan parameter nilai bobot feromon ( $\alpha$ ) = 0,7, nilai bobot visibilitas ( $\beta$ ) = 5, koefisien penguapan feromon ( $\rho$ ) = 0,5, jumlah semut ( $m$ ) = 50, dan jumlah iterasi ( $i$ ) = 200. Notasi rute yang dihasilkan pada perhitungan ini adalah 1 → 18 → 5 → 2 → 15 → 3 → 8 → 6 → 16 → 19 → 14 → 4 → 12 → 13 → 7 → 11 → 17 → 10 → 9 → 1. Hasil nyata

urutan kunjungan yang dilakukan adalah diawali dari titik keberangkatan yaitu Kantor Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta lalu ke Puskesmas Umbulharjo II lalu ke Puskesmas Gondokusuman I lalu ke Puskesmas Danurejan I lalu ke Puskesmas Pakualaman lalu ke Puskesmas Danurejan II lalu ke Puskesmas Jetis lalu ke Puskesmas Gondokusuman II lalu ke Puskesmas Tegalrejo lalu ke Puskesmas Wirobrajan lalu ke Puskesmas Ngampilan lalu ke Puskesmas Gedongtengan lalu ke Puskesmas Mantrijeron lalu ke Puskesmas Mergangsan lalu ke Puskesmas Gondomanan lalu ke Puskesmas Kraton lalu ke Puskesmas Umbulharjo I lalu ke Puskesmas Kotagede II lalu ke Puskesmas Kotagede I dan berakhir di titik awal yaitu kembali ke Kantor Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta. Hasil rute tersebut apabila divisualisasikan dalam peta maka adalah seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3 Visualisasi Rute Penarikan

Dalam proses penarikan obat dari puskesmas di Yogyakarta tentu perlu memperhatikan waktu pengangkutan. Apabila puskesmas telah diberitahu sebelumnya bahwa akan ada kunjungan maka waktu pengangkutan tidak akan butuh lama. Waktu 15 menit bagi tiap lokasi maka akan memungkinkan untuk memasukkan obat yang dilarang beredar tersebut ke dalam kendaraan. Kemudian di tengah perjalanan juga diperlukan istirahat untuk si pekerja serta aktivitas tambahan lain seperti pengisian bahan bakar. Oleh karena itu, perlu diestimasikan juga adanya waktu 1 jam atau 60 menit untuk melakukan hal tersebut. Dengan demikian maka waktu total yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$Waktu\ total = Waktu\ Transportasi + Waktu\ Angkut + Waktu\ Istirahat$

$Waktu\ total = 142\ menit + 18 \times 15\ menit + 60\ menit$

$Waktu\ total = 472\ menit$  atau setara 7,87 jam

Waktu total yang diperoleh dari perhitungan adalah 7,87 jam. Artinya waktu tersebut tidak melebihi jam kerja normal yaitu 8 jam sehingga hanya memerlukan 1 hari kerja saja. Dengan UMR Kota Yogyakarta yaitu Rp2.153.970,00 maka apabila dalam sebulan terdapat 22 hari kerja (5 hari kerja seminggu) didapatkan biaya tenaga kerja dalam sehari yaitu Rp105.671,00[20]. Hasil rute tercepat yang terbentuk apabila dikonversi menjadi jarak maka akan menghasilkan jarak tempuh 43,2 km. Kemudian, dalam proses pengambilan obat di puskesmas-puskemas Kota Yogyakarta dilakukan dengan menggunakan mobil dengan bahan bakar

pertamax. Diketahui bahwa harga pertamax berada pada kisaran Rp13.900,00 per liter[21]. Menurut Permenperin, setiap liter bahan bakar dapat digunakan untuk menempuh jarak 20 km[22]. Perhitungan biaya transportasi didapatkan sebagai berikut.

$Biaya\ Total = Biaya\ Tenaga\ Kerja + Biaya\ Transportasi$

$$Biaya\ Total = Rp105.671,00 + \frac{43,2\ km}{20} \times Rp13.900,00 / km$$

$$Biaya\ Total = Rp105.671,00 + Rp30.024,00$$

$$Biaya\ Total = Rp135.695,00$$

Selain biaya, emisi juga menjadi hal yang perlu dipertimbangkan dalam transportasi. Diketahui bahwa untuk setiap km jarak yang ditempuh oleh mobil berbahan bakar bensin menghasilkan emisi gas CO sebesar 40g/km[23]. Oleh karena itu, emisi yang dihasilkan pada aktivitas penarikan obat yaitu sebesar 1.728 g dengan perhitungan sebagai berikut.

$Emisi = Faktor\ Emisi \times Jarak\ Tempuh$

$$Emisi = 40\ g/km \times 43,2\ km$$

$$Emisi = 1.728\ g\ CO$$

## Kesimpulan

Penarikan obat dari fasilitas kesehatan untuk mencegah peningkatan kasus gagal ginjal akut pada anak perlu dilakukan dengan sigap. Oleh karena itu, penentuan rute penarikan obat dari fasilitas kesehatan di Kota Yogyakarta dapat dilakukan dengan *ant colony system* karena mampu memberikan hasil yang cukup optimal. Hal tersebut terbukti dengan waktu yang diraih cukup pendek. Dengan demikian, maka metode tersebut dapat diterapkan pada kasus yang membutuhkan penanganan cepat agar masalah segera tertangani.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk fasilitas kesehatan lain seperti rumah sakit dan klinik. Apotek juga merupakan fasilitas yang menyediakan obat sehingga perlu ditangani oleh dinas kesehatan. Metode metaheuristik lain seperti algoritma genetika dan *simulated annealing* dapat diterapkan untuk mengetahui metode mana yang memberi hasil lebih baik.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih atas bimbingan Ibu Ir. Nur Mayke Eka Normasari, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM, ASEAN Eng. yang telah mengampu mata kuliah rantai pasok di bidang kesehatan dan kemanusiaan sehingga memberikan inisiasi ide dilakukannya penelitian ini.

## Daftar Rujukan

- [1] Febriyan, "Jumlah Pasien Gagal Ginjal Akut pada Anak Bertambah Jadi 269, Angka Kematian Turut Naik," *Tempo*, Oct. 27, 2022. <https://nasional.tempo.co/read/1649933/jumlah-pasien-gagal-ginjal-akut-pada-anak-bertambah-jadi-269-angka-kematian-turut-naik> (accessed Jan. 12, 2023).
- [2] M. Muyassaroh, H. Muryawan, and N. D. Cahyani, "Gambaran audiogram pada anak dengan penyakit ginjal kronis yang menjalani hemodialisis," *Medica Hosp. J. Clin. Med.*, vol. 7, no. 2, pp. 403–408, Nov. 2020, doi: 10.36408/mhjcm.v7i2.512.
- [3] BPOM, "Badan Pengawas Obat dan Makanan - Republik Indonesia," *Badan POM*, Oct. 19, 2022. <https://www.pom.go.id/new/view/more/klarifikasi/157/Penjelasan-BPOM-RI-Tentang-Isu-Obat-Sirup-yang-Berisiko-Mengandung-Cemaran-Etilen-Glikol-EG--dan-Dietilen-Glikol-DEG-.html> (accessed Jan. 12, 2023).
- [4] A. Noviadi, "ANALISIS KANDUNGAN ALKOHOL PADA PARFUM YANG DIBUAT DARI BAHAN SINTETIK DAN BAHAN ALAM MENGGUNAKAN METODE KROMATOGRAFI GAS," vol. 7, no. 2, 2022.
- [5] I. K. W. Putu Sri Rahayu Pramitari, "Fungsi Balai Besar Pengawas Obat Dan Makanan Dalam Pelaksanaan Pengawasan Peredaran Kosmetik Share In Jar Di Denpasar," *Kertha Semaya J. Ilmu Huk.*, vol. 10, no. 2, pp. 445–454, 2022.

- [6] F. H. Anis and M. M. M. Setlight, "SINERGRITAS DINAS KESEHATAN KABUPATEN HALMAHERA UTARA BERSAMA BADAN PENGAWASAN OBAT DAN MAKANAN PROVINSI MALUKU UTARA DALAM PERSPEKTIF PERLINDUNGAN KONSUMEN1 Oleh: Christian David Homenta2," no. 1.
- [7] I. Suyudi, M. N. Afif, Y. Kevin, and M. V. Gabrielle, "Analisis Pengawasan Post-Market Badan Pengawas Obat dan Makanan pada Peredaran Kosmetik Berbahaya".
- [8] N. Noorhidayah, H. K. Inayah, and A. S. Rahayu, "ANALISIS MANAJEMEN LOGISTIK OBAT DI PUSKESMAS LANDASAN ULIN TAHUN 2021," *Nadaa J. Kesehat. Masy.*, vol. 9, no. 1, p. 58, Jun. 2022, doi: 10.31602/ann.v9i1.7058.
- [9] D. F. Rahman, "Survei KIC: Puskesmas Jadi Fasilitas Kesehatan Terdekat Bagi Mayoritas Masyarakat | Databoks," *Databoks*, Jul. 04, 2022. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/04/07/survei-kic-puskesmas-jadi-fasilitas-kesehatan-terdekat-bagi-mayoritas-masyarakat> (accessed Jan. 12, 2023).
- [10] M. O. Odja and W. T. Ina, "IMPLEMENTASI ALGORITMA KOLONI SEMUT PADA TRAVELING SALESMAN PROBLEM MENGGUNAKAN MATLAB 7.8," no. 1.
- [11] R. S. Girsang, D. E. Sirait, and R. F. Sinaga, "PENENTUAN RUTE OPTIMAL PENDISTRIBUSIAN BARANG PADA PT. RAJAWALI NUSINDO CABANG PEMATANGSIANTAR DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BRANCH AND BOUND," vol. 8, no. 2, 2022.
- [12] S. M. de Oliveira, L. C. T. Bezerra, T. Stützle, M. Dorigo, E. F. Wanner, and S. R. de Souza, "A computational study on ant colony optimization for the traveling salesman problem with dynamic demands," *Comput. Oper. Res.*, vol. 135, p. 105359, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.cor.2021.105359.
- [13] A. S. B. Shahadat, M. A. H. Akhand, and M. A. S. Kamal, "Visibility Adaptation in Ant Colony Optimization for Solving Traveling Salesman Problem," *Mathematics*, vol. 10, no. 14, p. 2448, Jul. 2022, doi: 10.3390/math10142448.
- [14] J. E., V. V. Panicker, and R. Sridharan, "Environmental friendly route design for a milk collection problem: the case of an Indian dairy," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 60, no. 3, pp. 912–941, Feb. 2022, doi: 10.1080/00207543.2020.1846219.
- [15] W. Gao, "New Ant Colony Optimization Algorithm for the Traveling Salesman Problem:," *Int. J. Comput. Intell. Syst.*, vol. 13, no. 1, p. 44, 2020, doi: 10.2991/ijcis.d.200117.001.
- [16] W. Liu, "Route Optimization for Last-Mile Distribution of Rural E-Commerce Logistics Based on Ant Colony Optimization," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 12179–12187, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2964328.
- [17] S. Zhang, W. Zhang, Y. Gajpal, and S. S. Appadoo, "Ant Colony Algorithm for Routing Alternate Fuel Vehicles in Multi-depot Vehicle Routing Problem," in *Decision Science in Action*, K. Deep, M. Jain, and S. Salhi, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2019, pp. 251–260. doi: 10.1007/978-981-13-0860-4\_19.
- [18] A. M. S. Asih, B. M. Sopha, and G. Kriptaniadewa, "Comparison study of metaheuristics: Empirical application of delivery problems," *Int. J. Eng. Bus. Manag.*, vol. 9, p. 184797901774360, Jan. 2017, doi: 10.1177/1847979017743603.
- [19] UPT Dinkes Yogyakarta, "Website Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta," *Dinas Kesehatan Yogyakarta*. <https://kesehatan.jogjakota.go.id/profil/upt> (accessed Jan. 12, 2023).
- [20] Jogloabang, "UMK DIY 2023," *Jogloabang*, Jun. 12, 2022. <https://www.jogloabang.com/ekbis/umk-diy-2023> (accessed Jan. 12, 2023).
- [21] T. detikcom, "Naik Harga, Ini Daftar Harga Pertamina Turbo Hingga Peralite 6 Desember 2022," *detikfinance*. <https://finance.detik.com/energi/d-6444732/naik-harga-ini-daftar-harga-pertamax-turbo-hingga-peralite-6-desember-2022> (accessed Jan. 12, 2023).
- [22] Kementerian Perindustrian, "Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 33/M-IND/PER/2013 tentang Pengembangan Produksi Kendaraan Bermotor Roda Empat yang Hemat Energi dan Harga Terjangkau." Kementerian Perindustrian, 2013.
- [23] Menteri Negara Lingkungan Hidup, "Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pedoman Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah." Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2010.