

**PENGEMBANGAN MODEL VEHICLE ROUTING PROBLEM TERHADAP  
DEMAND STOKASTIK PADA BLOOD SUPPLY CHAIN**

**THE DEVELOPMENT OF THE VEHICLE ROUTING PROBLEM MODEL WITH  
STOCHASTIC DEMAND IN THE BLOOD SUPPLY CHAIN**

**<sup>1</sup>Adi Budipriyanto, <sup>2</sup>Elvanita Avisena**

*<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Bakrie*

*email : <sup>1</sup> adi.budipriyanto@bakrie.ac.id; <sup>2</sup> aelvanita@gmail.com;*

**ABSTRACT**

*UTD PMI DKI Jakarta is the party that responsible for distributing blood products daily to the Hospital Blood Bank. The number of Hospital Blood Bank and the amount of blood demand were uncertain every day, therefore the route for daily blood distribution will also be different. The distribution route that is applied only considers the capacity, location and experience of the driver, without knowing whether the route is optimal or not. One way to optimize the blood distribution system is to optimize distribution transportation activities. So, the Vehicle Routing Problem solving model was developed using the Tabu Search Algorithm method. The use of the VRP model aims to get the most optimum distribution route while still paying attention to operational constraints such as stochastic demand and vehicle capacity. The data used is one day delivery data at UTD PMI DKI Jakarta. The application of the Tabu Search method begins with the formation of an initial solution which will later be optimized using the Tabu Search algorithm manually. The results of data processing resulted in the total distance traveled on the proposed distribution route that has been optimized amounting to 214.55 km. Meanwhile, the initial solution route has a total distance of 361.5 km. So that Tabu Search can reduce the distance by 147 km or by 40.6%. And succeeded in reducing the per-kilometer shipping cost by Rp. 100,518 or 42,7%.*

**Keywords : Route Optimization, Vehicle Routing Problem, Tabu Search)**

**ABSTRAK**

UTD PMI DKI Jakarta adalah pihak yang bertanggung jawab dalam mendistribusikan produk darah secara harian ke Bank Darah Rumah Sakit (BDRS). Dengan jumlah BDRS dan jumlah permintaan darah yang uncertain setiap harinya mengakibatkan rute pendistribusian darah harian juga akan berbeda-beda. Rute distribusi yang diterapkan hanya mempertimbangkan kapasitas, lokasi dan pengalaman pengemudi, tanpa mengetahui rute tersebut sudah optimal atau belum. Salah satu cara untuk mengoptimalkan sistem distribusi darah adalah dengan melakukan pengoptimalan pada aktivitas transportasi distribusi. Maka dikembangkan model penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan metode Algoritma Tabu Search. Penggunaan model VRP bertujuan untuk mendapatkan rute distribusi yang paling optimum dengan tetap memperhatikan kendala operasional seperti permintaan yang stokastik dan kapasitas kendaraan. Data yang digunakan adalah data pengiriman satu hari di UTD PMI DKI Jakarta. Penerapan metode Tabu Search diawali dengan pembentukan solusi awal yang nantinya solusi awal tersebut dioptimalkan dengan menggunakan algoritma Tabu Search secara manual. Hasil pengolahan data menghasilkan total jarak tempuh pada rute distribusi usulan yang telah dioptimalisasi adalah sebesar 214,55 km. Sementara rute solusi awal memiliki jarak tempuh total 361,5 km. Sehingga Tabu Search dapat melakukan pengurangan jarak sebesar 147 km atau sebesar 40,6%. Dan berhasil mengurangi biaya pengiriman per-kilometer sebesar Rp. 100,518 atau sebesar 42,7%.

**Kata Kunci : Optimasi Rute, Vehicle Routing Problem, Tabu Search**

## PENDAHULUAN

Sebagaimana jenis produk perishable lainnya, darah juga memiliki *supply chain*-nya sendiri yaitu *Blood Supply Chain* (BSC). BSC diawali dengan pengumpulan darah dari pendonor yang dilakukan di *blood center* ataupun di *mobile center* yang membawa darah langsung ke *blood center*. *Blood Center* akan melakukan pengujian untuk mengetahui darah yang terjangkit virus dan penyakit. Darah secara keseluruhan atau yang disebut dengan *Whole Blood* akan dilakukan proses pemisahan menjadi beberapa *Blood Product*. Kemudian dilanjutkan dengan mendistribusikan *blood product* tersebut ke rumah sakit untuk diberikan kepada pasien yang membutuhkan (Duan & Liao, 2014; Profita, 2017; Thonier et al., 2019).

BSC adalah kegiatan yang kompleks, hal ini dikarenakan *blood product* bersifat *perishable* dan juga memiliki perbedaan *shelf live* (umur simpan). Selain itu tidak hanya memiliki demand yang stokastik, namun dalam pengumpulan darahnya pun juga stokastik (Najafi et al., 2017). Pada BSC jika kita melihat dari sudut pandang *blood banks* yang bertindak sebagai *supplier* dan Rumah sakit bertindak sebagai *buyer*, Pihak supplier menginginkan pengiriman darah dilakukan seefisien mungkin dengan cara melakukan pengiriman dalam jumlah besar dengan frekuensi yang minimum untuk meminimumkan biaya transportasi. Sementara dari sudut pandang *buyer*, pengiriman produk darah dilakukan sesering mungkin meskipun dalam jumlah yang kecil agar tidak menumpuknya inventory darah terlalu besar karena sifat perishable dan agar dapat selalu memenuhi kebutuhan harian dari Rumah Sakit.

Dengan demikian akan terjadi *trade-off* antara *supplier* dan *buyer*. *trade-off* tersebut dapat diatasi dengan menerapkan konsep *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP akan membantu dalam penentuan sejumlah rute, dimana masing-masing rute tersebut dilalui oleh satu kendaraan yang memiliki *fixed started & end point*, sehingga kebutuhan/perintaan semua Rumah sakit dapat terpenuhi dengan tetap memenuhi kendala operasional seperti kapasitas kendaraan dan biaya transportasi (Saraswati et al., 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model yang optimal sehingga dapat digunakan oleh PMI khususnya wilayah DKI Jakarta untuk mengintegrasikan *demand* stokastik dan rute distribusi.

## METODE PENELITIAN

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah UTD PMI DKI Jakarta dan Rumah sakit yang dilayani oleh UTD PMI DKI Jakarta, meliputi proses pendistribusian darah oleh PMI Jakarta ke rumah sakit yang dilayani. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung ke lapangan (*survey*) dan *indepth interview* untuk mendapatkan data-data permintaan darah di setiap rumah sakit, jarak antar rumah sakit, jarak PMI DKI Jakarta ke setiap rumah sakit dan kapasitas kendaraan yang digunakan PMI untuk melakukan kegiatan pendistribusian.

Penelitian ini akan mengembangkan model *Vehicle Routing Problem* dengan algoritma *Tabu Search* untuk mendapatkan rute solusi yang paling mendekati optimal dari sebuah masalah dengan melakukan proses pencarian bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya atau disebut dengan *move*. *Tabu Search* terdiri dari dua tahapan, yaitu tahap pembentukan solusi awal dengan menyesuaikan jumlah permintaan darah dengan kapasitas armada pengiriman, yang nantinya solusi awal ini akan dioptimalkan kembali menggunakan *Tabu Search*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Sistem Distribusi PMI DKI Jakarta

Sistem pendistribusian darah yang dilakukan oleh UTD PMI DKI Jakarta adalah pendistribusian secara harian berdasarkan permintaan dari 48 BDRS. Jumlah BDRS dan Jumlah permintaan darah selalu berubah-ubah setiap harinya. Pada saat melakukan pengiriman, Pihak UTD PMI Jakarta Selatan tidak melakukan perencanaan untuk menentukan titik kirim mana yang dikunjungi terlebih dahulu setiap rutenya. Penentuan urutan titik kirim yang akan dikunjungi diserahkan sepenuhnya pada supir masing-masing kendaraan. Umumnya, pengemudi mengirimkan darah ya ke BDRS yang berlokasi lebih dekat dahulu baru bergerak menjauh. Apabila kapasitas tidak mencukupi, maka pengemudi hanya akan mengambil sampai batas kapasitas kendaraan dan sisanya akan dikirikan pada kunjungan berikutnya.

#### 1. Depot

Depot merupakan titik awal dimana pendistribusian darah dimulai. Pada kasus ini yang bertindak sebagai depot adalah UTD PMI DKI Jakarta yang berada di Jl. Kramat Raya No.47 RT 03/RW 004 Kec. Senen, Jakarta Pusat.

## 2. Armada Pengiriman

UTD PMI Jakarta dalam melakukan pengiriman menggunakan kendaraan mobil dropping yang dikhususkan untuk mengirimkan darah ke Rumah sakit yang dilayani. Mobil tersebut memiliki kapasitas 400 kantong darah.

## 3. Biaya Pengiriman

Biaya pengiriman diperoleh melalui perhitungan terhadap biaya variabel yang berubah apabila terjadi perubahan pada jarak tempuh, yaitu biaya bahan bakar. Biaya bahan bakar per kilometer adalah Rp. 650,00

## 4. Lokasi Bank Darah Rumah Sakit (BDRS)

UTD PMI Jakarta mendistribusikan darah ke 48 Rumah sakit, tersebar di daerah Jakarta.

## 5. Data Pengiriman

Data yang digunakan adalah pengiriman darah pada suatu hari dibulan Desember 2019, dimana jumlah BDRS yang dilayani adalah sebanyak 27 BDRS.

KODE	Bank Darah Rumah Sakit	Jumlah Kantong Darah	KODE	Bank Darah Rumah Sakit	Jumlah Kantong Darah
ALMJ	AL MINTOHARJO	28	MTKY	MITRA KEMAYORAN	58
AHK	ANAK BUNDA HK	28	PIK	PIK	14
BA	BUDI ASIH	38	PN	PELNI	20
BK	BUDI KEMULIAAN	37	PP	PUSAT PERTAMINA	23
CKN	CIKINI	30	PIPRI	PONDOK INDAH-PURI INDAH	9
CKG	CENGKARENG	53	PJ	PREMIERE JATINEGARA	16
CM	CIPTO MANGUNKUSUMO	43	SLKJ	SILOAM KB.JERUK	10
GS	GATOT SOEBROTO	13	SLMG	SILOAM SEMANGGI (MRCC)	14
GHK	GRHA KEDOYA	33	SLTB	SILOAM SIMATUPANG	23
HRK	HERMINA KEMAYORAN	18	SC	SINT.CAROLUS	10
JHK	JANTUNG HK	12	SW	SUMBER WARAS	9
MDR	MEDISTRA	13	TRK	TARAKAN	24
MMC	METROPOLITASN MEDICAL CENTRE (MMC)	13	UKI	UKI	7
MTKG	MITRA KEPALA GADING	17			
<b>TOTAL</b>					<b>613</b>

Gambar 2. Data Permintaan Darah dalam 1 hari di Bulan Desember 2019

## 6. Jarak

Data jarak yang dikumpulkan adalah jarak antara UTD PMI DKI Jakarta dengan masing-masing BDRS dan jarak antar BDRS. Pengambilan data jarak ini dilakukan dengan menggunakan bantuan peta digital. Peta digital yang digunakan merupakan aplikasi Google Maps ([www.maps.google.com](http://www.maps.google.com)).

## B. Pengerjaan Solusi Awal

Tahapan pertama adalah pembentukan solusi awal yang dilakukan secara random, kemudian dilakukan pemecahan BDRS dengan dibatasi berdasarkan kapasitas kendaraan distribusi yaitu sebanyak 400 kantong darah dengan permintaan dari BDRS.

RUTE	Solusi Awal VRP	Permintaan	Jarak	Biaya Pengiriman
1	DEPOT - ALMJ - AHK - BA - BK - CKN - CKG - CM - GS - GHK - HRK - JHK - MDR - MMC - MTKG - DEPOT	376 Kantong	166,3 Km	108,095
2	DEPOT - MTKY - PIK - PN - PP - PIPRI - PJ - SLKJ - SLMG - SLTB - SC - SW - TRK - UKI - DEPOT	237 Kantong	195,2 Km	126,88
TOTAL			361,5 Km	234,975

## C. Pengolahan Solusi Awal dengan Algoritma Tabu Search

Pengolahan dengan algoritma Tabu Search akan dilakukan terhadap 2 Rute yang telah didapatkan pada solusi awal sebelumnya. Namun sebelum melakukan pengolahan, perlu ditentukan kriteria pemberhentian (termination criteria). Dalam penelitian ini kriteria pemberhentian yang dipakai adalah ketika beberapa iterasi dilakukan tanpa ada perbaikan pada nilai fungsi objektif.

### RUTE 1

**Langkah 1**, Diawali dengan solusi awal yang telah didapatkan sebelumnya akan masuk kedalam daftar Tabu List.

**Langkah 2**, Membuat iterasi dengan melakukan penukaran (move) antara dua titik dari solusi awal. Posisi starting dan end point tetap (fixed), sehingga penukaran hanya dilakukan pada 2 titik antar BDRS dengan menggunakan matriks jarak rute 1. Dalam penentuan jumlah pertukaran yang dilakukan dalam setiap iterasi dapat menggunakan metode kombinatorial terhadap 14 titik BDRS.

$$C_{(14,2)} = \frac{14!}{2!(14-2)!} = 91$$

Sehingga banyaknya jalur yang akan dicari untuk rute 1 pada setiap iterasi adalah sebanyak 91 jalur.

### ITERASI 1

- Jalur ke 1 yaitu penukaran antara posisi ke 2 dengan posisi ke 3. Jalur ini menghasilkan jarak tempuh 173,1 Km

DEPOT - AHK - ~~ALMJ~~ - BA - BK - CKN - CKG - CM - GS - GK - HRK - JHK - MDR - MMC - MTKG - DEPOT

- Jalur ke 2 yaitu penukaran antara posisi ke 2 dengan posisi ke 4. Jalur ini menghasilkan jarak tempuh 171,4 Km

DEPOT - AHK-BA - **ALMJ** - BK - CKN - CKG - CM - GS - GK - HRK - JHK -MDR - MMC - MTKG - DEPOT

Penukaran ini akan berlanjut sampai dengan jalur ke 91 yaitu penukaran posisi 14 ke 15.

**Langkah 3**, Selanjutnya adalah mengevaluasi solusi alternatif dari 91 jalur yang telah dicoba pada iterasi tersebut dan menetapkan solusi tersebut sebagai solusi optimum sementara. Dari iterasi 1 untuk rute 1 diperoleh solusi optimum sementara pada jalur ke 58 yaitu penukaran titik 7 ke titik 10 dengan jarak tempuh 140 Km.

DEPOT - ALMJ - AHK - BA - BK - CKN - CM - GS - GK - CKG- HRK - JHK -MDR - MMC - MTKG - DEPOT

**Langkah 4**, Selanjutnya adalah memilih solusi paling optimum diantara semua daftar solusi alternatif. Apabila solusi tersebut lebih kecil dari solusi awal maka solusi tersebut akan dipilih sebagai solusi optimum yang baru. Nilai solusi optimum pada iterasi 1 jalur ke 58 yaitu 140 Km lebih kecil dari solusi awal yaitu 166,3 Km maka solusi optimum tersebut terpilih sebagai solusi optimum baru dan akan dijadikan iterasi selanjutnya.

**Langkah 5**, Langkah selanjutnya adalah memperbarui Tabu List. solusi optimum baru yang telah didapatkan akan masuk kedalam daftar tabu list yang nantinya akan dijadikan untuk solusi atau iterasi selanjutnya.

Berikut Tabu List yang berisikan solusi optimum alternatif,

Tabu List		
Solusi Awal	DEPOT - ALMJ - AHK - BA - BK - CKN - CKG - CM - GS - GHK - HRK - JHK -MDR - MMC - MTKG - DEPOT	166,3 Km
Iterasi 1	DEPOT - ALMJ - AHK - BA - BK - CKN - CM - GS - GK - CKG- HRK - JHK -MDR - MMC - MTKG - DEPOT	140 Km

Begitu seterusnya pada iterasi-iterasi selanjutnya.

**Langkah 6**, Langkah selanjutnya adalah pemberhentian, jika kriteria pemberhentian yang sudah ditetapkan sebelumnya telah terpenuhi maka pencarian untuk rute tersebut berhenti. Pada rute 1 pemberhentian dilakukan pada iterasi ke 10 dikarenakan tidak adanya perbaikan pada nilai fungsi objektif setelah dilakukannya beberapa iterasi. Nilai yang dihasilkan beberapa iterasi terakhir mengalami naik turun dan cenderung menghasilkan rute yang sama. Sehingga pada rute 1, solusi yang dipilih adalah solusi optimum iterasi 8 dengan jarak 97,75 Km.

DEPOT - CM- CKN - GS- BK - GHK - CKG- AHK- JHK- ALMJ -MMC - MDR- BA - MTKG- HRK - DEPOT

## RUTE 2

Semua langkah-langkah tersebut dilakukan juga pada Rute 2. Pada rute 2 pemberhentian dilakukan pada iterasi ke 12 Sehingga pada rute 2, solusi yang dipilih adalah solusi optimum iterasi 11 dengan jarak 116,8 Km.

DEPOT - MTKY - PIK - PIPRI - SLKJ - PP- SLTB - SC - PJ - UKI- SLMG- PN - TRK- SW - DEPOT

### D. Tabu Search Menggunakan Excel Solver

Pengolahan menggunakan Solver akan membantu dalam penentuan TSP (*Travelling Sales Person*) sederhana. Program akan melakukan penukaran (move) antara dua titik terhadap solusi awal dengan waktu *running program* yang dapat ditentukan secara fleksibel dan real time

## RUTE 1

Pada pengolahan rute 1 dengan run program selama 300 detik, menghasilkan solusi optimum dengan jarak tempuh 97,35 Km dengan rute sebagai berikut,

DEPOT-CM-CKN-ALMJ-CKG-GHK-AHK-JHK-BK-MMC-MDR-BA-GS-HRK - MTKG-DEPOT

Jika dibandingkan dengan pengolahan secara manual, hasil yang diperoleh sedikit berbeda, namun ada beberapa titik lokasi yang ditempatkan di posisi yang sama. Sedangkan jarak tempuh yang dihasilkan hanya memiliki perbedaan 0,40 Km.

## RUTE 2

Pada pengolahan rute 2 dengan run program selama 300 detik, menghasilkan solusi optimum dengan jarak tempuh 100,4 Km dengan rute sebagai berikut,

DEPOT-CM-CKN-ALMJ-CKG-GHK-AHK-JHK-BK-MMC-MDR-BA-GS-HRK - MTKG-DEPOT

Jika dibandingkan dengan pengolahan secara manual, hasil yang diperoleh berbeda, jarak tempuh yang dihasilkan memiliki perbedaan 16,4 Km.

## RUTE 27 TITIK BDRS

Pengolahan juga dilakukan terhadap 27 titik rumah sakit tanpa memasukan constraint kapasitas 400 kantong, sehingga armada pengiriman tidak kembali ke depot untuk mengisi muatannya kembali. Jalur optimum yang diperoleh menghasilkan jarak tempuh sebesar 63,4 Km.

DEPOT - HRK - MTKY - TRK - BK - CM - SC - CKN - MMC - SLMG - ALMJ - PN - JHK - AHK - GS - PIPRI - GHK - UKI - MTKG - CKG - BA - MDR - PIK - SLKJ - SLTB - PJ - SW - PP - DEPOT

## E. ANALISIS DATA

Dari pengujian yang dilakukan pada 27 titik BDRS, dihasilkan rute distribusi dari hasil optimasi dengan algoritma tabu search ini lebih baik dibandingkan dengan rute solusi awal. Tidak optimalnya rute distribusi solusi awal tersebut disebabkan karena penentuan rute hanya didasarkan pada kapasitas dari kendaraan pengiriman.

Berikut ini dapat dilihat perbandingan antara rute solusi awal dengan rute usulan yang telah diolah dengan algoritma Tabu Search.

	RUTE		Jarak Rute	Jarak Total
Rute Solusi Awal	Rute 1	DEPOT - ALMJ - AHK - BA - BK - CKN - CKG - CM - GS - GK - HRK - JHK - MDR - MMC - MTKG - DEPOT	166,3 Km	361,5 Km
	Rute 2	DEPOT - MTKY - PIK - PN - PP - PIPRI - PJ - SLKJ - SLMG - SLTB - SC - SW - TRK - UKI	195,2 Km	
Rute Usulan	Rute 1	DEPOT - CM - CKN - GS - BK - GHK - CKG - AHK - JHK - ALMJ - MMC - MDR - BA - MTKG - HRK - DEPOT	97,75 Km	214,55
	Rute 2	DEPOT - MTKY - PIK - PIPRI - SLKJ - PP - SLTB - SC - PJ - UKI - SLMG - PN - TRK - SW - DEPOT	116,8 Km	

Rute 1 mengalami pengurangan jarak yang terjadi sebesar 68,55 km atau sebesar 41 %, Sedangkan untuk rute 2 dapat dilihat pada tabel diatas, mengalami penurunan jarak sebesar 78,2 km atau sebesar 40 %. Dan jika dilihat secara umum, Total jarak tempuh pada rute distribusi usulan yang telah dioptimalisasi mengalami pengurangan jarak sebesar 147 km atau sebesar 40,6%.

Dengan pengoptimalan rute distribusi akan meminimalkan dalam biaya pengiriman per kilometer. Berikut ini merupakan perbandingan antara biaya pengiriman pada solusi awal dan rute usulan hasil optimasi.

	RUTE		Biaya Pengiriman	
Rute Solusi Awal	Rute 1	DEPOT - ALMJ - AHK - BA - BK - CKN - CKG - CM - GS - GK - HRK - JHK - MDR - MMC - MTKG - DEPOT	Rp 108.095	Rp 234.975
	Rute 2	DEPOT - MTKY - PIK - PN - PP - PIPRI - PJ - SLKJ - SLMG - SLTB - SC - SW - TRK - UKI	Rp 126.880	
Rute Usulan	Rute 1	DEPOT - CM - CKN - GS - BK - GHK - CKG - AHK - JHK - ALMJ - MMC - MDR - BA - MTKG - HRK - DEPOT	Rp 63.537	Rp 139.457
	Rute 2	DEPOT - MTKY - PIK - PIPRI - SLKJ - PP - SLTB - SC - PJ - UKI - SLMG - PN - TRK - SW - DEPOT	Rp 75.920	

Dapat dilihat pada tabel , pada rute solusi awal biaya transportasi pengiriman yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 234,975, sedangkan untuk rute usulan yang telah di optimasi sebesar Rp. 139,457. Dengan demikian, rute optimum ini berhasil mengurangi biaya pengiriman sebesar Rp. 100,518 atau sebesar 42,7%



## KESIMPULAN

- Sistem pendistribusian darah yang dilakukan oleh UTD PMI DKI Jakarta adalah pendistribusian secara harian berdasarkan permintaan dari 48 BDRS. Jumlah BDRS dan Jumlah permintaan darah selalu berubah-ubah setiap harinya Sehingga proses pengiriman tidak melakukan perencanaan dalam melakukan pendistribusian
- Berdasarkan hasil pengolahan data dengan pengembangan *Vehicle Routing Problem* menggunakan algoritma *Tabu Search*, menghasilkan dua rute usulan dengan total jarak 214,55 km yang lebih baik dibandingkan dengan rute solusi awal. Total pengurangan jarak yang terjadi adalah sebesar 147 km atau sebesar 40,6%. Dan dengan pengoptimalan rute distribusi akan meminimalkan biaya pengiriman per kilometer, rute optimum ini berhasil mengurangi biaya pengiriman sebesar Rp. 100,518 atau sebesar 42,7%.
- Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar acuan dalam penentuan rute distribusi harian yang paling optimum. Dan pada penelitian yang akan datang akan lebih baik jika menggunakan parameter yang lebih mendalam seperti mempertimbangkan *time windows* sehingga dapat meningkatkan kualitas solusi yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Duan, Q., & Liao, T. W. (2014). Optimization of blood supply chain with shortened shelf lives and ABO compatibility. *International Journal of Production Economics*, 153, 113–129. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.02.012>
- Ganesh, K., Narendran, T. T., & Anbuudayasankar, S. P. (2014). Evolving cost-effective routing of vehicles for blood bank logistics. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 17(4), 381–415. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2014.061013>
- Najafi, M., Ahmadi, A., & Zolfagharinia, H. (2017). Blood inventory management in hospitals: Considering supply and demand uncertainty and blood transshipment possibility. *Operations Research for Health Care*, 15, 43–56. <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2017.08.006>
- Profita, A. (2017). Optimasi Manajemen Persediaan Darah Menggunakan Simulasi

Monte Carlo. *Journal of Industrial Engineering Management*, 2(1), 16.  
<https://doi.org/10.33536/jiem.v2i1.101>

Saraswati, R., Sutopo, W., & Hisjam, M. (2017). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Penentuan Rute Distribusi Koran : Studi Kasus. *Jurnal Manajemen Pemasaran*, 11(2), 41–44.  
<https://doi.org/10.9744/pemasaran.11.2.41-44>

Thonier, V., Cohen-Bacrie, S., Loussert, I., Thornton, N., Djoudi, R., Woimant, G., Boulat, C., Pirenne, F., & Peyrard, T. (2019). Management of the blood supply for a Jk(a-b-) patient with an anti-Jk3 in preparation for an urgent heart transplant: An illustrative example of a successful international cooperation. *Transfusion Clinique et Biologique*, 26(1), 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2018.04.002>