

Penentuan Rute Distribusi Pengiriman Tinta dengan Metode *Vehicle Routing Problem* Pada PT. Tintamas Tirta Surya

Moch. Alfa Dian¹⁾, Herlina²⁾
Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia^{1,2}

Email : dianalfa28@gmail.com¹⁾, herlina@untag-sby.ac.id²⁾

ABSTRAK

PT. Tintamas Tirta Surya merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi tinta kemasan yang berdiri di Pergudangan Sinar Gedangan Blok E – 19, Sidoarjo. Perusahaan ini bergerak memproduksi tinta primer menjadi tinta sekunder, biasanya tinta ini untuk tinta kemasan kardus. Perusahaan ini memiliki permintaan yang *fluktuatif* sehingga menimbulkan kesulitan dalam pendistribusiannya, serta dalam proses pengiriman terdapat kendala dikarenakan tidak mempertimbangkan kapasitas armada dan jarak rute yang dituju sehingga menyebabkan arus rute bolak – balik atau belum optimal. Di sisi lain juga terdapat sistem rute yang melebihi kapasitas armada atau sistem distribusinya tidak mementingkan kapasitas armada sehingga terjadi tidak keseimbangan dengan permintaan. Dalam penelitian ini maka perlu dilakukan analisis guna menentukan rute pengiriman yang optimal, sehingga biaya transportasi yang dikeluarkan PT. Tintamas Tirta Surya mencapai minimal. Berdasarkan kondisi diatas maka perlu diselesaikan menggunakan pendekatan *Vehicle Routing Problem (VRP)*, yaitu *Capacitated Vehicle Routing Problem* dengan pertimbangan *time windows*. Berbagai cara penyelesaian antara lain pendekatan *Algoritma sweep* dan *Mixed Integer Linear Programming*, dalam pendekatan tersebut, didapatkan hasil pengolahan data penghematan jarak sebesar 35,4% yaitu 2.580 km dari rute awal perusahaan. Sedangkan untuk biaya perusahaan dapat menghemat biaya pengiriman sebesar 31,8% yaitu Rp. 1.846.602 dari biaya rute awal perusahaan.

Kata-kata kunci: *Vehicle Routing Problem, Capacitated Vehicle Routing Problem, Algoritma Sweep, Mixed Integer Linear Programming, Optimization*

ABSTRACT

PT. Tintamas Tirta Surya is a company that produces packaging ink which is located at Sinar Gedangan Warehouse Block E – 19, Sidoarjo. This company is engaged in producing primary ink into secondary ink, usually this ink for cardboard packaging inks. This company has fluctuating demand, causing difficulties in distribution, and in the delivery process there are obstacles due to not considering the fleet capacity and the distance of the intended route, causing the flow of alternating routes or not yet optimal. On the other hand, there is also a route system that exceeds the fleet capacity or the distribution system is not concerned with fleet capacity so that there is an imbalance with demand. In this study, it is necessary to analyze in order to determine the optimal delivery route, so that the transportation costs incurred by PT. Tintamas Tirta Surya reached a minimum. Based on the above conditions, it needs to be solved using the Vehicle Routing Problem (VRP) approach, namely the Capacitated Vehicle Routing Problem with consideration of time windows. Various ways of solving it include the sweep algorithm approach and Mixed Integer Linear Programming, in this approach, the results of data processing are distance savings of 35.4%, which is 2,580 km from the company's initial route. As for the cost of the company can save shipping costs by 31.8%, namely Rp. 1,846,602 of the company's initial route costs

Keywords: Vehicle Routing Problem, Capacitated Vehicle Routing Problem, Algoritma Sweep, Mixed Integer Linear Programming, Optimization

Pendahuluan

Semakin meningkatnya persaingan dalam dunia industri, perusahaan dituntut untuk dapat meningkatkan kinerja perusahaan. Hal ini menuntut perusahaan berlomba secara profesional terhadap berbagai sektor, tak terkecuali penyaluran hasil produk ke berbagai retail atau distributor. Upaya tersebut perlu dilakukan penanganan profesional dan pengorganisasian yang baik guna mendapatkan hasil yang efektif dan efisien sehingga tidak terjadi ketimpangan, maka sangat diperlukan sistem distribusi yang optimal dalam mengatur kegiatan guna meningkatkan pendistribusian barang atau produk ke berbagai distributor. Sistem mendatangkan nilai tambah dengan menyuplai barang ke konsumen berdasarkan lokasi pada saat konsumen memerlukan, utilisasi alat, dan efisiensi biaya (Martono, 2018).

PT. Tintamas Tirta Surya memproduksi tinta kemasan untuk kardus, produk tinta yang dihasilkan yaitu warna primer seperti warna hijau, merah, dan kuning yang diolah atau melalui proses pencampuran sehingga menghasilkan warna sekunder seperti warna kuning muda, merah tua, dan lain – lainnya sesuai dengan sampel permintaan dari customer. Alur proses produksi pembuatan tinta secara umum yaitu gudang bahan baku yang meliputi bahan setengah jadi tinta primer yang terdiri 3 warna antara lain merah, kuning, dan hijau akan diolah sesuai permintaan distributor atau customer setelah itu proses penimbangan dengan mesin timbang harapannya saat diolah komposisi warnanya menjadi tepat. Tahap selanjutnya meliputi proses pencampuran komposisi tinta yang ditetapkan perusahaan dengan alat bantu mesin pompa. Tahap akhir dilakukan proses packing atau pengemasan.

Dalam menunjang aktivitas kelancaran produk ke pihak distributor, PT. Tintamas Tirta Surya ini mempunyai distributor yang tersebar di daerah Jawa Timur antara lain PT. Intan Ustrix, PT. Mulia Grand Manufacture, PT. Surabaya Mekabox, PT. UJK, PT. Sentra 1 Kemasindo Teguh, PT. Sun Paper Source, PT. Satria Graha Sempurna, PT. Wijaya Santosa Box. Dalam setiap aktivitas pendistribusian, setiap armada terdapat proses waktu bongkar dengan rata – rata 30 menit untuk setiap distributor. Berikut data armada yang digunakan beserta kapasitasnya:

Tabel 1. Data armada

Jenis Kendaraan	Armada	Kapasitas Pengiriman (max)	Dimensi Box
Truk Besar (Mitsubishi Fuso)	B 9991 UCJ	4 ton / 200 (Kaleng)	350 x 173 x 200

Truk Besar (Mitsubishi Fuso)	W 9266 NR	4 ton / 200 (Kaleng)	350 x 173 x 200
Truk Kecil (Mitsubishi Fuso)	B 9854 AZ	1,5 ton / 75 (Kaleng)	237 x 155 x 129

Berdasarkan kondisi lapangan pendistribusiannya terdapat kendala dikarenakan tidak mempertimbangkan kapasitas armada dan jarak rute yang dituju sehingga menyebabkan arus rute bolak – balik atau belum optimal. Berdasarkan data diatas dan sistem rutenya, dapat dilihat bahwasannya perusahaan tidak mementingkan kapasitas armada sehingga terjadi tidak keseimbangan dengan permintaan. Selain itu juga terdapat sistem rute yang melebihi kapasitas armada Maka diperlukan penentuan distribusi yang optimal agar biaya pengiriman yang dikeluarkan mencapai minimal.

Dari kendala diatas, maka perlu dilakukan analisis guna menentukan rute pengiriman yang optimal, sehingga biaya transportasi yang dikeluarkan PT. Tintamas Tirta Surya mencapai minimal. Berdasarkan kondisi diatas maka perlu diselesaikan menggunakan pendekatan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan mempertimbangkan kapasitas armada serta waktu buka tutup customer. Dalam penyelesaiannya metode tersebut menggunakan pendekatan *Algoritma Sweep* guna membuat rute baru sesuai dengan kapasitas armada dan pendekatan MILP guna mendapatkan hasil yang optimal dengan ditentukan batasan – batasan yang ada. Menurut (Toth & Vigo, 2014) VRP merupakan sebuah metode yang merancang set rute kendaraan dengan biaya rendah dimana tiap kendaraan berawal dan berakhir di depot, setiap distributor hanya dikunjungi sekali, serta permintaan yang diangkut tidak melebihi kapasitas armada

Metode

Penelitian ini dapat diselesaikan dengan beberapa tahap pengolahan data setelah melalui proses pengumpulan berbagai data antara lain data permintaan distributor, data armada, data nama distributor, data rute data biaya transportasi, data jarak.

Transportasi berfungsi sebagai fasilitas pemindahan produk dari satu tempat ke tempat lain untuk mengirim atau mengantarkan produk dari asal rantai pasok hingga ke tangan konsumen (Sutarman, 2017).

Manajemen logistik merupakan sekumpulan aktivitas perusahaan yang saling terkait dalam menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakaian akhir (Pujawan and Mahendrawathi, 2017)

Vehicle Routing Problem merupakan problem penyelesaian untuk sebuah masalah sekumpulan kendaraan dengan sekumpulan rute yang berada pada satu depot atau lebih wajib melakukan penentuan jumlah yang diperlukan guna melayani konsumen yang tersebar secara geografis (Nono et al., 2020).

Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) merupakan VRP yang dialokasikan sejumlah kendaraan dengan kapasitas sendiri guna mengirim barang ke konsumen, dengan jumlah permintaan yang sudah diketahui oleh perusahaan atau organisasi dengan biaya transit minimum (Wibisono, 2018).

Menurut (Toth & Vigo, 2002) beberapa tujuan yang akan dicapai pada VRP antara lain:

1. Menyeimbangkan rute.
2. Meminimalkan keluhan pelanggan.
3. Mengurangi jumlah kendaraan yang digunakan untuk melayani seluruh konsumen.
4. Meminimalkan biaya pengiriman secara keseluruhan yang dipengaruhi oleh keseluruhan jarak yang ditempuh serta jumlah kendaraan yang digunakan.

Algoritma Sweep pertama kali diperkenalkan Gillet & Miller pada 1974, merupakan metode clustering yang paling sederhana dalam menyelesaikan permasalahan CVRP. Menurut (Saraswati et al., 2017) untuk menyelesaikan permasalahan CVRP menggunakan Algoritma Sweep diperlukan pengelompokan (clustering) dan pembentukan rute.

Mixed Integer Linear Programming (MILP) merupakan suatu teknik gabungan dari 2 metode antara lain, *linear programming* (LP) dengan *integer linear programming* (ILP). Himpunan variabel dapat dibagi menjadi dua himpunan yaitu bagian himpunan pertama menggunakan variabel dengan domain integer (bulat), sedangkan himpunan yang kedua memiliki domain nilai riil (Natalin et al., 2021).

Asumsi yang digunakan dalam model ini adalah sebagai berikut:

1. Armada dalam kondisi normal.
2. Kecepatan kendaraan telah diperhitungkan ketika macet.
3. Waktu pelayanan setiap distributor 30 menit

Berikut notasi model matematis yang digunakan mengembangkan model matematis:

a. Himpunan dan indeks model

1. N = Himpunan dari node termasuk gudang DC dan distributor
2. i = Indeks distributor i
3. j = Indeks distributor j

b. Notasi parameter

1. Buka : waktu buka distributor
2. Tutup : waktu tutup distributor
3. Bongkar : waktu loading atau unloading
4. Cost : biaya antar distributor
5. T : waktu memulai pelayanan
6. Durasi : durasi pengiriman
7. R : bilangan riil bernilai besar

c. Variabel keputusan

$x(i, j) = 1$ jika armada k beroperasi dari i ke j

d. Model matematis

1. Fungsi tujuan

$$z = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} c_{ij} x_{ij} \quad (3)$$

2. Batasan

$$\sum_{i \in j} x_{ik} = 1 \quad \forall i > 1 \quad (4)$$

$$\sum_{j > 1} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N \quad (5)$$

$$\sum_{i > 1} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N \quad (6)$$

$$T_j \geq T_i + \text{bongkar}_i + \text{durasi}_{ij} - R(1 - x_{ij}) \quad \forall i \in N \quad (7)$$

$$\text{Buka}_i \leq T_i \leq \text{tutup}_i \quad (8)$$

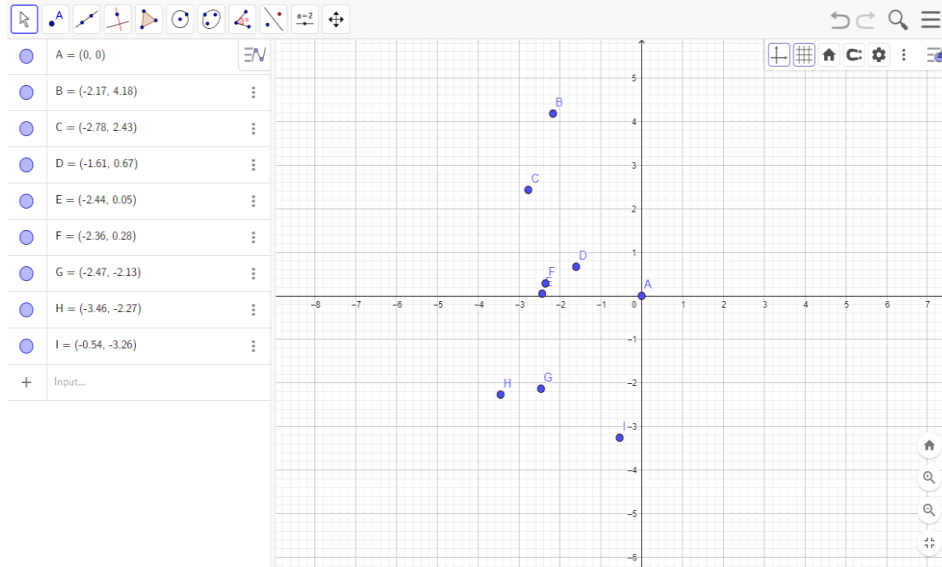
$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in N \quad (9)$$

Lingo merupakan salah satu software program *windows* yang kegunaannya dalam mengolah kasus *linear programming, integer, quadratic* yang memungkinkan memperoleh beberapa hal seperti antara lain memperoleh informasi, mengolah data, serta memanipulasi data (Lesmana et al, 2018).

Hasil dan Pembahasan

Menentukan titik koordinat kartesius dengan cara menempatkan pabrik atau depot sebagai titik pusat koordinat. Kemudian meletakkan seluruh distributor sesuai dengan letak distributor yang ada di maps. Untuk menentukan koordinat kartesius peneliti menggunakan software *geogebra*. Berikut gambar langkah menentukan titik koordinat kartesius:

Penentuan Rute Distribusi Pengiriman Tinta dengan Metode ...



Gambar 1. Titik koordinat kartesius dengan bantuan geogebra

Tahap selanjutnya menentukan sudut polar untuk masing – masing distributor. Tahapannya dengan mengubah titik koordinat kartesius menjadi koordinat polar untuk mendapatkan sudut polar. Berikut cara mengubah koordinat kartesius (x, y) menjadi koordinat polar (r, θ):

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$r = \sqrt{(-2,17)^2 + (4,18)^2} = 4,71$$

$$\theta = \text{arc} \frac{4,18}{-2,17} = 62,56^\circ$$

Karena (x, y) pada distributor 1 (negatif, positif) maka θ (sudut polar) distributor 1 terletak pada kuadran II sehingga menjadi $180^\circ - 62,56^\circ = 117,44^\circ$.

Tahap selanjutnya merupakan pengelompokkan *cluster* dan *sweep* (penyapuan) semua distributor dengan dilakukan pengurutan semua distributor yang memiliki sudut polar terkecil hingga sudut polar yang terbesar berdasarkan kapasitas armada. Berikut hasil pengurutan sudut polar dibawah ini:

Tabel 2. Sudut Polar

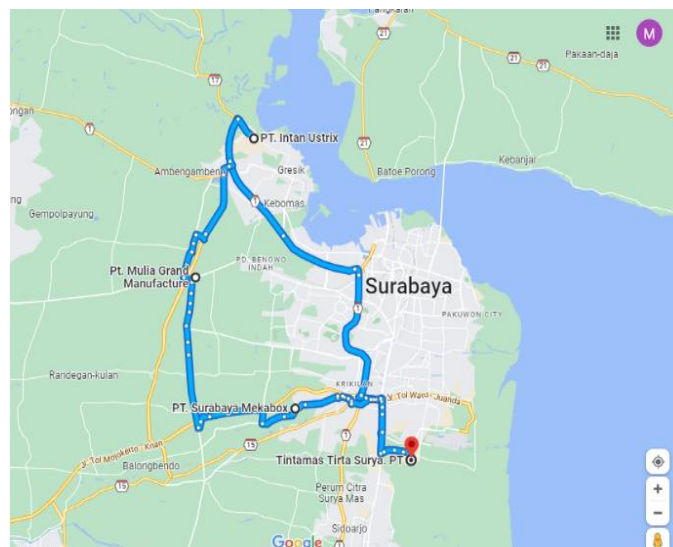
NO	Nama Distributor	Sudut Polar (θ)	Rute	Permintaan	Nomor Truk
1	PT. Intan Ustrix	117,44°	1	55	B 9991 UCJ
2	PT. MGM	138,82°		90	
3	PT. Surabaya Mekabox	157,4°		50	
8	PT. Wijaya Santosa Box	173,12°	2	48	W 9266 NR

7	PT. Satria Graha Sempurna	178,83°		25	
5	PT. SKT	213,24°		65	
6	PT. Sun Paper Source	220,84°		29	
7	PT. UJK	260,6°	3	51	B 9854 AZ

Pengolahan data selanjutnya yaitu dengan melakukan running model *mixed integer linear programming* dari pembentukan *cluster* baru pada proses algoritma *sweep* sebelumnya. Berikut hasil running model *cluster* usulan dibawah ini:

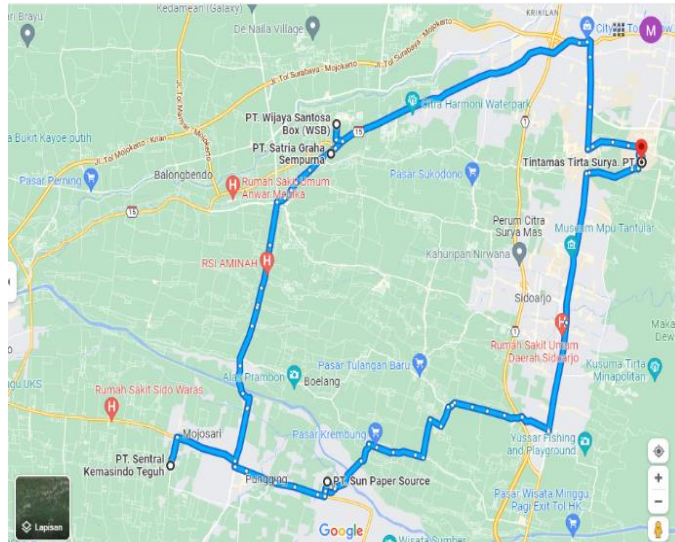
Tabel 3. Hasil rute *cluster* baru

No	Rute Awal Pengiriman	Jarak Tempuh (Km)
1	0 – D1 – D2 – D3 – 0	105
2	0 – D6 – D5 – D7 – D8 – 0	90
3	0 - D4 – 0	58

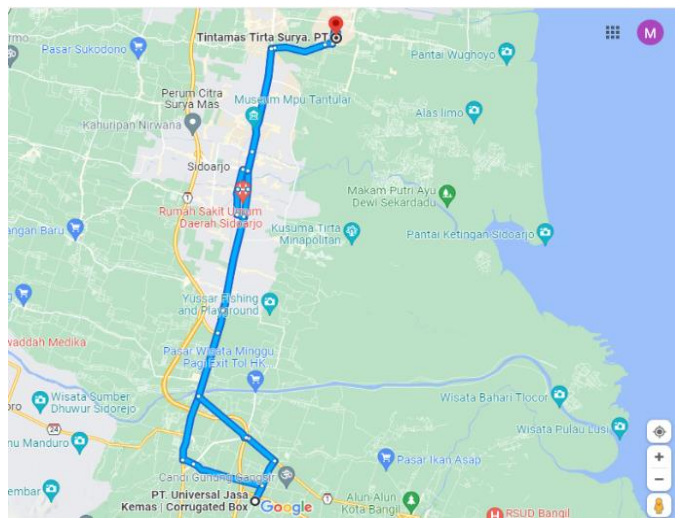


Gambar 2. Rute *cluster* 1

Penentuan Rute Distribusi Pengiriman Tinta dengan Metode ...



Gambar 3. Rute *cluster 2*



Gambar 4. Rute *cluster 5*

Berdasarkan hasil tahap pengolahan data yang telah dilakukan, langkah selanjutnya dilakukan perbandingan antara rute awal dengan rute *cluster* baru. Berikut analisa perbandingan rute dibawah ini:

Tabel 4. Hasil rute awal

No	Rute Awal Pengiriman	Jarak Tempuh (Km)	Biaya
1	0 - D1 - D2 - 0	108	Rp. 132.025
2	0 - D3 - 0	34	Rp. 21.887
3	0 - D4 - 0	58	Rp. 37.337
4	0 - D5 - D6 - 0	85	Rp. 54.718
5	0 - D7 - D8 - 0	48	Rp. 30.900

Total	333	Rp. 276.867
-------	-----	-------------

Tabel 5. Hasil rute usulan

No	Rutel usulan	Jarak Tempuh (Km)	Biaya
1	0 – D1 – D2 – D3 – 0	105	Rp. 130.092
2	0 – D6 – D5 – D7 – D8 – 0	90	Rp. 57.935
3	0 - D4 – 0	58	Rp. 37.336
Total		253	Rp. 225.363

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dianalisa, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Rute usulan yang optimal yaitu 3 rute
 1. Rute 1 yaitu PT. Tintamas Tirta Surya – PT. Intan Ustrix – PT. Mulia Grand Manufacture – PT. Surabaya Mekabox – PT. Tintamas Tirta Surya.
 2. Rute 2 yaitu PT. Tintamas Tirta Surya – PT. Sun Paper Source – PT. Sentral Kemasindo Teguh – PT. Satria Graha Sempurna – PT. Wijaya Santosa Box – PT. Tintamas Tirta Surya.
 3. Rute 3 yaitu PT. Tintamas Tirta Surya – PT. UJK – PT. Tintamas Tirta Surya.
- b. Berdasarkan model *Mixed Integer Linear Programming* dengan bantuan software Lingo 18.0, perusahaan dapat menghemat jarak pengiriman sebesar 31,6% yaitu 80 km dari rute awal. Sedangkan itu menghemat biaya pengiriman sebesar 18,6% yaitu Rp. 51.504 dari biaya rute awal. Selain itu perusahaan dapat menghemat jarak pengiriman pada bulan Desember 2021 sebesar 35,4% yaitu 2.580 km dari rute awal dan perusahaan juga menghemat biaya pengiriman pada bulan Desember 2021 sebesar 31,8% yaitu Rp. 1.846.602 dari biaya rute awal perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Lesmana, E., Badrulfalah, B., Bahtiar, B., 2018. Aplikasi Model Mixed Integer Linear Programming Untuk Pengolahan Dan Pendistribusian Ikan Pada Industri Perikanan (Studi Kasus: Pt. Multi Mina Rejeki). *TEOREMA Teor. dan Ris. Mat.* 3, 195.
- Martono, 2018. *Manajemen Logistik*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Natalin, J.N., Ardiansyah, M.N., Giri, P., Kusuma, A., 2021. *Perancangan Rute Distribusi Pengiriman Barang Menggunakan Model Mixed Integer Linear Programming Untuk Meminimasi Biaya Transportasi Pada Pt Xyz Designing*

of Goods Delivery Distribution Routes Using Model Mixed Integer Linear Programming To Minimize Trans 8, 8032–8045.

- Nono, V., Sofitra, M., Wijayanto, D., 2020. Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Penentuan Rute Distribusi Untuk Depo Pt. Abc Kubu Raya. *J. TIN Univ. Tanjungpura* 4, 232–238.
- Pujawan, I.N., Mahendrawathi, E.M., 2017. *Supply Chain Management*, 3rd ed. Andi, Yogyakarta.
- Saraswati, R., Sutopo, W., Hisjam, M., 2017. Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Penentuan Rute Distribusi Koran : Studi Kasus. *J. Manaj. Pemasar.* 11, 41–44.
- Sutarman, 2017. *Dasar-Dasar Manajemen Logistik*. PT Refika Aditama, Bandung.
- Toth & Vigo, 2002. *The Vehicle Routing Problem*. Society and Mathematics, Florida.
- Toth & Vigo, 2014. *Vehicle Routing Problem, methods and application*. Universitas Bologna, Italy.
- Wibisono, 2018. *Logika Logistik*. Graha Ilmu, Surabaya.