

## OPTIMALISASI RUTE DISTRIBUSI PUPUK UREA BERSUBSIDI DENGAN METODE *SAVING MATRIX* DAN *GENERALIZED ASSIGNMENT*

**Muhammad Irsyad Monoarfa<sup>1)</sup>, Trifandi Lasalewo<sup>2)</sup>, Hasanuddien<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Negeri Gorontalo

Email: irsyadmonoarfa16@gmail.com<sup>1)</sup>

Asal Negara: Indonesia

### ABSTRAK

PT. XYZ adalah perusahaan perdagangan yang menjadi distributor pupuk urea bersubsidi di 3 kabupaten, Provinsi Gorontalo. Perusahaan dalam pendistribusian pupuk menggunakan kendaraan berupa truk yang memiliki kapasitas 10 ton pupuk dalam sekali perjalanan. Sistem pendistribusian pupuk selama ini tidak memperhatikan titik rute pengiriman, sehingga rute penyaluran pupuk pada perusahaan memiliki jarak tempuh yang belum optimal. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan rencana rute yang memiliki jarak tempuh dan biaya transportasi yang minimum. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *saving matrix* dan *generalized assignment*. Metode *saving matrix* merupakan metode yang digunakan dalam menentukan rute distribusi produk ke *customer* dengan cara menentukan rute yang harus dilalui dan jumlah alat transportasi berdasarkan kapasitas alat transportasi tersebut agar diperoleh rute *effisien* dan biaya transportasi yang minimum. Metode *generalized assignment* merupakan salah satu metode yang mempelajari proses pengiriman barang ke konsumen dalam manajemen rantai pasok adalah penentuan rute dan penjadwalan kendaraan pengiriman. Sasaran utama dari metode ini adalah untuk merencanakan besaran alokasi produk sehingga nantinya diharapkan oleh meminimalkan biaya distribusi produk. Hasil penelitian menunjukkan perbandingan jarak memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Pertama jika dilihat dari segi jarak, rute baru hasil pengolahan menggunakan *saving matrix* memiliki total jarak minimal, yaitu sebesar 1.426 km, selisih 201 km dengan rute existing. Perbandingan biaya yang dihasilkan oleh metode *saving matrix* memiliki total biaya paling minimum. Ketika total jarak yang ditempuh semakin kecil, maka biaya distribusi juga akan semakin kecil begitupun sebaliknya. Maka rute dari *saving matrix* merupakan rute yang optimal yang menghasilkan biaya distribusi sebesar 12,35% dari biaya distribusi *existing*.

**Kata kunci: Penentuan rute; Distribusi; jarak tempuh; biaya transportasi; optimalisasi**

### ABSTRACT

*PT. XYZ is a trading company and a distributor of subsidized urea fertilizers in 3 districts in Gorontalo province. The company in distributing fertilizer uses a vehicle in the form of a truck, which has a capacity of 10 tons of fertilizer in one trip. So far, the fertilizer distribution system does not pay attention to the delivery route, so that the fertilizer distribution route at the company has a mileage that is not optimal. The purpose of this study is to obtain a route plan that has minimum mileage and transportation costs. In this study, the methods used are saving matrix and generalized assignment. The saving matrix method is a method used in determining product distribution routes to customers by determining the route that must be passed and the number of means of transportation based on the capacity of the transportation means in order to obtain an efficient route and minimum transportation costs. Generalized Assignment method represents one of the methods which studying process delivery of goods to consumer in supply chain management is the routing and scheduling vehicles of deliveries. Especial target of this method is to plan the amount of proposal product allocation so that is later expected by minimization can the expense of product distribution. The results showed that the distance comparison had a significant difference. First, in terms of distance, the new route processed using the saving matrix has a minimum total distance of 1,426 km, a difference of 201 km from the existing route. The cost comparison generated by the saving matrix method has the minimum total cost. When the total distance traveled is getting smaller, the distribution costs will also be smaller and vice versa. Then the route from the saving matrix is the optimal route which produces distribution costs of 12.35% of the existing distribution costs.*

**Keywords: Routing; distribution; minimum mileage; transportation cost; optimization**

### 1. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan sebagai distributor pupuk urea bersubsidi di beberapa kecamatan pada 3 (tiga) kabupaten yang ada di Provinsi Gorontalo, yaitu Kabupaten Boalemo, Kabupaten Gorontalo, dan Kabupaten

Bone Bolango. Pengiriman pupuk urea bersubsidi ke pengecer resmi dilakukan dengan menggunakan jasa penyewaan truk, sehingga biaya operasional perusahaan khususnya distribusi pupuk sangat perlu diperhitungkan oleh perusahaan guna meminimasi biaya operasional dan dioptimalkan dengan baik.

Sistem pendistribusian pupuk selama ini tidak memperhatikan titik rute pengiriman, sehingga rute penyaluran pupuk pada perusahaan memiliki jarak tempuh yang belum optimal.

Menurut Pailin dan Tupan (2018) mengemukakan bahwa rute pengantaran yang tidak terstruktur dengan baik dapat menyebabkan terjadinya penambahan jarak tempuh.

Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan rencana rute yang memiliki jarak tempuh dan biaya transportasi yang minimum, dengan rute yang tidak melebihi kapasitas kendaraan dan setiap kios pengecer dikunjungi hanya sekali oleh satu kendaraan dalam sekali proses pengantaran.

Metode yang dapat digunakan untuk penentuan rute yaitu menggunakan *saving matrix* dan *generalized assignment*. Kedua metode tersebut diharapkan akan menghasilkan rute yang berbeda dan akan menjadi pembanding untuk menghasilkan rute distribusi yang optimal.

## 2. METODE PENELITIAN

Studi Lapangan. Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian adalah mengadakan observasi ke perusahaan, yaitu mengetahui kondisi perusahaan guna mendapatkan permasalahan yang ada.

Identifikasi masalah. Setelah observasi Langkah selanjutnya adalah identifikasi permasalahan yang ada. Dalam hal ini mengenai terdapat jarak tempuh rute distribusi pupuk urea subsidi yang belum optimal. Jarak tempuh rute yang belum optimal dapat membuat penambahan biaya transportasi.

Studi Literatur. Setelah mendapatkan data awal dari observasi, dilakukan studi literatur untuk mempelajari teori dan metode yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti.

Setelah mendapatkan data yang relevan kemudian dilakukan pengolahan data dengan 2 metode, yaitu *saving matrix* dan *generalized assignment*. Adapun tahapan dari metode *saving matrix* sebagai berikut.

- Identifikasi matriks jarak antar titik pengiriman,
- Perhitungan matrix penghematan (*saving matrix*) jarak dengan rumus,

$$S_{x,y} = \text{Dist}(DC_x) + \text{Dist}(DC_y) - \text{Dist}(x,y) \quad (1)$$

Dist (DC,x) = Jarak dari depot ke konsumen x  
Dist (DC,y) = Jarak dari depot ke konsumen y  
Dist (x,y) = Jarak konsumen x dan konsumen y

- Menggabungkan *node* ke dalam rute sesuai dengan kapasitas kendaraan angkut,
- Melakukan pengurutan titik pengantaran pada setiap rute berdasarkan aturan *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*.

Tahapan metode *generalized* sebagai berikut.

- Pengalokasian *seed point* untuk masing-masing rute. *Seed* adalah pusat perjalanan dari berbagai *customer*,  $L_{seed}$ , adalah kapasitas rata-rata untuk pengalokasian tiap *seed point*, hal ini dinyatakan dengan rumus berikut.

$$L_{seed} = \frac{\text{Total Permintaan}}{\text{Jumlah Kendaraan}} \quad (2)$$

- Menentukan posisi sudut *angular* setiap lokasi *customer* berdasarkan titik koordinat lokasi (x,y) dengan rumus,

$$\theta_i = \tan^{-1}(y_i/x_i) \quad (3)$$

- Mengurutkan nilai sudut *angular customer* dari terbesar ke terkecil,
- Menentukan koordinat "*seed point*" dengan rumus,

$$X_i = d_i \cos(\alpha), Y_i = d_i \sin(\alpha) \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{(\text{Sudut cone } i + \text{angular cust pertama cone } i)}{2} \quad (5)$$

$$d = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (6)$$

- Evaluasi jarak tambahan dari setiap *seed point* ke masing-masing *customer*,
- Pengalokasian *customer* ke sebuah rute atau kendaraan dengan menggunakan *Integer Programming*:

$$\text{Min} \sum_{k=1}^k \sum_{i=1}^n C_{ik} Y_{ik} \quad (7)$$

Fungsi kendala:

$$\text{Min} \sum_{k=1}^k Y_{ik} = 1 \text{ untuk } i = 1,2,3,\dots,n \quad (8)$$

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n a_{ik} Y_{ik} \leq b_k \text{ untuk } k = 1,2,3,\dots,n$$

- Pengurutan *customer* (pengecer pupuk resmi) pada sebuah rute dengan aturan *nearest neighbour*.

Setelah mendapatkan hasil rute optimasi dari kedua metode, maka selanjutnya dilakukan perbandingan total jarak tempuh rute dan biaya distribusi dari setiap rute optimasi terhadap rute *existing* (awal). Perbandingan biaya distribusi dilakukan dengan persamaan berikut

$$\frac{BRe}{JRe} = \frac{BRm}{JRm} \quad (9)$$

BRe : Biaya rute *existing*

BRm : Biaya rute metode optimasi

JRe : Jarak rute *existing*

JRm : Jarak rute metode optimasi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. XYZ mendistribusikan pupuk urea subsidi di 23 titik lokasi yang tersebar di 3 kabupaten, Provinsi Gorontalo. Dalam penelitian ini data *customer* (pengecer resmi) pada PT. XYZ sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data Tujuan dan Permintaan Pupuk (12/7/2021)

Node	Demand Per karung	Demand Per kg
A1	400	20.000
A2	100	5.000
A3	100	5.000
A4	200	10.000
A5	100	5.000
A6	100	5.000
A7	100	5.000
A8	100	5.000
A9	200	10.000
A10	100	5.000
A11	100	5.000
A12	200	10.000
A13	100	5.000
A14	100	5.000
	2.000	100.000

(Sumber. PT. XYZ)

**Tabel 2.** Data Tujuan dan Permintaan Pupuk (15/7/2021)

Node	Demand Per karung	Demand Per kg
	200	
B1	400	10.000
B2	200	20.000
B3	100	10.000
B4	40	5.000
B5	60	2.000
B6	100	3.000
B7	100	5.000
B8	100	5.000
B9	100	5.000
B10	200	5.000
A11		10.000
	2.000	80.000

(Sumber. PT. XYZ)

**Tabel 3.** Rute *existing* Penyaluran Pupuk Urea Subsidi (12/7/2021)

Rute	Tujuan	Total Jarak (km)
1	G-A1-G	169

**Tabel 5.** Matriks Jarak Gudang dan Antar *customer* Rute Tanggal 12/7/21

Node	Gudang	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
Gudang															
A1	84,5														
A2	101	52,9													

2	G-A1-G	169
3	G-A3-A2-G	202,5
4	G-A4-G	7,4
5	G-A5-A6-G	248,8
6	G-A7-A8-G	177,2
7	G-A9-G	146,8
8	G-A10-A11-G	158,4
9	G-A12-G	145,8
10	G-A13-A14-G	12,4
		1.437

(Sumber. PT. XYZ)

**Tabel 4.** Rute *existing* Penyaluran Pupuk Urea Subsidi (15/7/2021)

Rute	Tujuan	Total Jarak (km)
1	G-B1-G	6
2	G-B2-G	28
3	G-B2-G	28
4	G-B3-G	22,4
5	G-B4-B5-B6-G	40,3
6	G-B7-B8-G	11,5
7	G-B9-B10-G	30,8
8	G-B11-G	22,6
	2	189,6

(Sumber. PT. XYZ)

Pendistribusian pupuk urea subsidi oleh PT. XYZ menggunakan 10 truk yang memiliki kapasitas maksimal 10 ton per truk. Adapun 1 karung pupuk urea memiliki berat 50 kg. Sehingga sebuah truk dapat membawa 200 karung pupuk.

#### 3.1 Saving Matrix

Metode *saving matrix* pada intinya adalah metode untuk meminimumkan jarak dengan kendala-kendala yang ada (Pujawan dan Mahendrawathi, 2017). Langkah awal pada metode *saving matrix* yaitu identifikasi matriks jarak. Hasil pengukuran jarak antar *customer* dan jarak dari gudang ke *customer* dapat ditunjukkan pada Tabel. 5 dan Tabel 6. Setelah itu menggabungkan *node* ke dalam rute sesuai dengan kapasitas kendaraan angkut. Lalu mengurutkan titik pengantaran disetiap rute yang terbentuk. Hasil penentuan rute distribusi dengan metode *saving matrix* dapat dilihat pada Tabel. 7 dan Tabel 8.



### 3.2 Generalized Assignment

Langkah awal pada metode ini yaitu dengan melakukan analisa pengalokasian *seed point* untuk masing-masing rute. Berdasarkan hasil pengolahan data maka didapatkan koordinat *seed point* di masing-masing rute perjalanan. Besarnya beban *Seed Point* ini sama besarnya  $L_{seed}$ , sedangkan besarnya  $L_{seed}$  sama dengan kapasitas kendaraan atau alat angkut. Setelah jarak *seed point* ke setiap *customer* didapatkan maka akan dilakukan evaluasi setiap jarak tambahan setiap *customer* terhadap *seed point*. Hasil evaluasi jarak dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

**Tabel 9.** Evaluasi Penyisipan Jarak Rute Pengiriman (12/7/21)

	S1	S2	S3	S4	S5
CA2	100,2 7	100,4 7	101,1 2	101,1 0	100,5 7
CA3	90,83	91,03	91,68	91,66	91,13
CA5	3,79	3,99	4,64	4,62	4,09
CA6	120,1 3	120,3 3	120,9 8	120,9 7	120,4 3
CA7	3,47	3,67	4,32	4,31	3,77
CA8	87,95	88,15	88,80	88,79	88,25
CA10	78,70	78,90	79,55	79,53	79,00
CA11	76,31	76,51	77,16	77,14	76,61
CA13	5,43	5,63	6,27	6,26	5,73
CA14	3,00	3,20	3,85	3,84	3,30

(Satuan km)

**Tabel 10.** Evaluasi Penyisipan Jarak Rute Pengiriman (15/7/21)

	S1	S2	S3
CB4	18,23	18,28	18,30
CB5	10,52	10,57	10,59
CB6	11,77	11,82	11,85
CB7	5,42	5,47	5,50
CB8	5,79	5,84	5,87
CB9	8,32	8,37	8,39
CB10	15,86	15,91	15,93

(Satuan km)

Jarak tambahan ini akan dipergunakan dalam perhitungan pengalokasian *customer* pada sebuah rute kendaraan. Selanjutnya dilakukan pengalokasian rute *customer* ke sebuah rute kendaraan. Pengalokasian ini menggunakan *Integer Linier Programming* dengan menggunakan bantuan *Solver Ms. Excel*. Solusi yang di dapat dari pengalokasian *customer* pada sebuah rute ini menghasilkan beberapa rute perjalanan yang di sesuaikan dengan kapasitas kendaraan.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, maka didapatkan solusi pengalokasian rute pengiriman sebagai berikut.

**Tabel 11.** Alokasi *customer* pada Rute (12/7/21)

Truk	Customer	Demand (ton)
Truk 1	A7-A14	10
Truk 2	A5-A13	10
Truk 3	A10-A11	10
Truk 4	A3-A8	10
Truk 5	A2-A6	10
Truk 6	A4	10
Truk 7	A12	10
Truk 8	A9	10
Truk 9	A1	10
Truk 10	A1	10
Total		100

(Sumber. Data Olahan 2021)

**Tabel 12.** Alokasi *customer* pada Rute (15/7/21)

Truk	Customer	Demand (ton)
Truk 1	B7-B8	10
Truk 2	B9-B10	10
Truk 3	B4-B5-B6	10
Truk 4	B2	10
Truk 5	B2	10
Truk 6	B3	10
Truk 7	B1	10
Truk 8	B11	10
Total		100

(Sumber. Data Olahan 2021)

Karena seluruh *customer* telah teralokasikan masing-masing ke satu kendaraan truk maka hasil pengolahan data menggunakan solver di atas dianggap *feasible* atau dapat diterima. Selanjutnya dapat dilakukan pengurutan kunjungan untuk setiap *customer* agar menghasilkan rute dengan total jarak minimal.

**Tabel 13.** Rute Distribusi Metode *Generalized Assignment* (12/7/21)

Rute	Tujuan	Jarak (km)
Rute 1	G-A14-A7-G	12,9
Rute 2	G-A5-A13-G	17,9
Rute 3	G-A11-A10-G	158,4
Rute 4	G-A8-A3-G	183,9
Rute 5	G-A2-A6-G	241,7

Rute 6	G-A4-G	183	(km)			
Rute 7	G-A12-G	139,4	Biaya			
Rute 8	G-A9-G	146,8	Distribusi	14.490.000	12.700.682	14.327.011
Rute 9	G-A1-G	169	(Rp.)			
Rute 10	G-A1-G	169	Selisih			
			Biaya	-	1.789.318	162.989
			(Rp.)			
Total		1422				

(Sumber. Data Olahan 2021)

**Tabel 14.** Rute Distribusi Metode *Generalized Assignment* (15/7/21)

Rute	Tujuan	Jarak (km)
Rute 1	G-B7-B8-G	11,5
Rute 2	G-B9-B10-G	30,8
Rute 3	G-B5-B6-B4-G	37,3
Rute 4	G-B2-G	28
Rute 5	G-B2-G	28
Rute 6	G-B3-G	22,4
Rute 7	G-B1-G	6
Rute 8	G-B11-G	22,6
Total		186,6

(Sumber. Data Olahan 2021)

### 3.3 Analisa Hasil *Saving Matrix* dan *Generalized Assignment*

Hasil optimalisasi rute dari metode *saving matrix* dan *generalized assignment* secara keseluruhan menghasilkan rute baru yang memiliki jarak tempuh yang sedikit (optimal) dari pada jarak tempuh rute *existing*. Namun dari kedua metode tersebut menghasilkan alokasi rute dan jarak tempuh yang berbeda. Sehingga perlu untuk memilih dari salah satu rute yang terbaik dari kedua metode tersebut. Untuk itu perlu memperhitungkan selisih biaya distribusi yang dikeluarkan dari masing-masing metode. Selisih penghematan biaya distribusi antara rute *existing* dan rute yang dihasilkan pada proses optimasi dapat dilihat pada Tabel 15.

**Tabel 15.** Perbandingan Jarak Tempuh dan Biaya Distribusi

Metode	Perusahaan ( <i>existing</i> )	<i>Saving Matrix</i>	<i>Generalized Assignment</i>
Jarak Tempuh (km)	1.626,9	1.426	1.609
Selisih Jarak Tempuh	-	201	18

Tabel 15. menunjukkan perbandingan jarak dan juga perbandingan biaya dari ketiga rute yaitu rute awal (*existing*), rute hasil *saving matrix* dan rute hasil dari *generalized assignment* memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Pertama jika dilihat dari segi jarak, dari ketiga rute tersebut, rute baru hasil pengolahan menggunakan *saving matrix* memiliki total jarak minimal, yaitu sebesar 1.426 km, selisih 201 km dengan rute *existing*.

Begitu juga dengan perbandingan biaya pada kedua rute baru hasil *saving matrix* dan *generalized assignment*. Biaya yang dihasilkan oleh rute baru hasil pengolahan *saving matrix* memiliki total biaya minimal jika dibandingkan dengan rute *existing* dan rute *generalized assignment* yaitu sebesar Rp. 12.700.682 dimana biaya tersebut memiliki selisih masing-masing sebesar Rp 1.789.318 dengan total biaya pada rute awal dan sebesar Rp. 1.626.329 dengan rute *generalized assignment*. Perbedaan biaya antara rute baru *saving matrix* dan rute baru *generalized assignment* adalah salah satunya disebabkan oleh perbedaan total jarak seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dimana keduanya akan berbanding lurus. Ketika total jarak yang ditempuh semakin kecil, maka biaya distribusi juga akan semakin kecil begitupun sebaliknya. Maka rute dari *saving matrix* merupakan rute yang optimal yang menghasilkan biaya distribusi sebesar 12,35% dari biaya distribusi *existing*.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Perbandingan rute distribusi antara rute awal dengan rute baru hasil pengolahan menggunakan *saving matrix* dan *generalized assignment* memberikan hasil bahwa rute baru hasil pengolahan data menggunakan *saving matrix* menjadi rute terpilih karena menghasilkan total jarak serta biaya distribusi minimal dibanding dengan rute awal dan rute hasil *generalized assignment*. Total jarak dari rute baru *saving matrix* adalah sebesar 1426 km, selisih 201 km dari total jarak pada rute awal (*existing*) dan selisih 183 km dari total jarak rute baru hasil *generalized assignment*. Begitu juga dengan biaya distribusi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan, dengan biaya distribusi rute *saving matrix* sebesar Rp. 12.700.682 dimana biaya tersebut adalah biaya terkecil, yaitu memiliki selisih dengan biaya rute *generalized assignment* sebesar Rp. 1.626.329 dan selisih dengan biaya distribusi awal (*existing*) sebesar Rp. 1.789.318. Jadi hasil pembentukan rute baru dari metode *saving matrix* ini telah memberikan solusi yang dibutuhkan oleh

perusahaan dengan mengurangi total jarak tempuh serta mengurangi biaya distribusi awal perusahaan sebesar 12,35 %.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

*Allahmudulillah*, puji syukur atas rahmat Allah SWT. Ucapan terima kasih ditunjukkan kepada dosen pembimbing yang selalu memberi petunjuk dan arahan dalam pengerjaan penelitian ini

#### ACUAN REFERENSI

- Addini's, S. & Fauzan, M. (2018). "Penyelesaian Masalah Rute Terpendek Distribusi Kertas di CV. Margotama Fancindo Yogyakarta Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Metode Saving Matrix". *Journal.Student.Uny.ac.id*, 7(3), 1–11.
- Agus, M., Wolok, E., & Lahay, I. H. (2019). "Optimasi Rute Distribusi Lpg 3 Kg Pt Xyz Menggunakan Metode Nearest Neighbour & Metode Branch and Bound". *Jurnal SemanTECH*, 269–276.
- Anhari, F. Z. (2018). "Penentuan Rute Distribusi Produk Infus dengan Metode Saving Matriks dan Generalized Assignment di PT. Otsuka Indonesia". Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Vol. 78-81.
- #### DAFTAR PUSTAKA
- Atiyatna, V. (2012). "Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP) Asimetris Dengan Algoritma Genetic Commonality". Skripsi. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. 20-33.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management. Strategy, planing & operation*. New Jersey: Prentice hall Inc (pp. 265-275).
- Effendy, H., Machmoed, B. R., & Rasyid, A. (2021). "Pengukuran dan Analisis Produktivitas Menggunakan Metode Objective Matrix". (1) *Jambura Industrial Review*, 40–47.
- Perdana, A. V., Hunusalela, F. Z., & Prasasty, A. (2021). "Penerapan Metode Saving Matrix Dan Algoritma Nearest Neighbor Dalam Menentukan Rute Distribusi Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Pada PT. XYZ. Jati Unik". *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 4(2), 91.
- Fitri, S. R. (2018). "Optimasi Jalur Distribusi Produk Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix Untuk Penghematan Biaya Operasional". *Journal Valtech*, 1(1), 103–109.
- Hidayatifama, R. A., & Ahmad, D. (2019). "Optimasi Rute Pengiriman Barang dengan Meminimumkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode Saving Matrix di PT. Amanah Insanillahia". *UNPjoMath*, Vol. 2, 18–22.
- Lasalewo, T. (2020). Aspek-Aspek Yang Berdampak

Terhadap Kesuksesan Produk : Suatu Tinjauan Literatur Kritis. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 8(1), 1–10.

- Noor, M. A., Farha, S., & Aini, Q. (2018). "Optimalisasi Jalur Logistik pada PT. PAN R&R Menggunakan Metode Saving Matrix". *Applied Information System and Management (AISM)*, 1(2), 101–107. <https://doi.org/10.15408/aism.v1i2.20106>.
- Nugraha, D. C. A., & Mahmudy, W. F. (2015). "Optimasi Vehicle Routing Problem With Time Windows Pada Distribusi Katering Menggunakan Algoritma Genetika". Magister Ilmu Informatika, Universitas Brawijaya. 1-7.
- Pailin, D. B., & Tupan, J. M. (2018). "Pemecahan Traveling Salesman Problem Menggunakan Teknik Branch and bound dan Cheapest Insertion Heuristic". Konferensi Nasional IDEC 2018, Surakarta. 7–8.
- Pujawan N. and Mahendrawathi, (2017). *Suppy Chain Management, Edisi Ketiga*. Yogyakarta: ANDI. 215-243.
- Saputra, R., & Pujotomo, D. (2018). "Penyelesaian Vehicle Routing Problem Dengan Karakteristik Time Windows Dan Multiple Trips Menggunakan Metode Saving Matrix (Studi Kasus: PT . Coca Cola Bottling Indonesia - Wilayah Medan)". *Industrial Engineering Online Journal*, 7(4).
- Simatupang, L. (2018). "Analisis Kesadahan Total Dan Alkalinitas Pada Air Bersih Sumur Bor Dengan Metode Titrimetri Di PT Sucofindo Daerah Provinsi Sumatera Utara" Departemen Matematika, Universitas Sumatera Utara, Vol. (1-4).
- Sutoni, A., & Apipudin, I. (2019). "Optimalisasi Penentuan Rute Distribusi Pupuk Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Dengan Metode Saving Matrix". *Spektrum Industri*, 17(2), 143.
- Yulianingrum, W. (2019). "Penentuan Rute Pendistribusian Tabung Gas Lpg Dan Biaya Transportasi Dengan Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour Dan Clarke & Wright Savings". Program Studi Matematika, Universitas Negeri Semarang, Vol. (1-7)