

PENENTUAN *CAPACITATED REFINERY LOCATION* DALAM PENDISTRIBUSIAN PRODUK BBM KE *FUEL TERMINAL* MENGUNAKAN LINGO

Nano Koes Ardhiyanto¹, Ferro Aji^{1*}, Anindya Rachma Dwicahyani², Arinda Soraya Putri³

¹Prodi Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah mada No. 38, Blora, Jawa Tengah 58315

²Prodi Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arief Rahman Hakim No. 100 Surabaya, Jawa Timur, 60117

³Prodi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jalan Ahmad Yani 157 Pabelan, Surakarta, Jawa Tengah 57102

*E-mail: ferro.aji@esdm.go.id

ABSTRAK

Kebutuhan akan energi seperti minyak bumi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi manusia yang pasti membutuhkan energi untuk bahan bakar kendaraan yang digunakan untuk beraktifitas sehari-hari. PT. XYZ adalah perusahaan distributor produk BBM yang bertanggung-jawab mengirimkan BBM dari kilang ke *fuel terminal*. Perusahaan ini memiliki 2 kilang dengan kapasitas yang berbeda, kilang 1 memiliki kapasitas sebesar 150.000 barel per hari sedangkan kilang 2 memiliki kapasitas sebesar 350.000 barel per hari. Kedua kilang tersebut harus men-supply BBM ke 10 *fuel terminal* dengan jarak yang berbeda-beda dan kebutuhan BBM masing-masing *fuel terminal* yang berbeda pula. Melalui pemrograman model matematis dengan menggunakan LINGO didapatkan hasil paling optimal dengan rute distribusi kilang ke *fuel terminal* ada pada kilang 1 ke *fuel terminal* 2 sejumlah 25.000 barel, kilang 1 ke *fuel terminal* 5 sejumlah 45.000 barel, kilang 1 ke *fuel terminal* 9 sejumlah 50.000 barel, kilang 1 ke *fuel terminal* 10 sejumlah 30.000 barel, kilang 2 ke *fuel terminal* 1 sejumlah 50.000 barel, kilang 2 ke *fuel terminal* 3 sejumlah 30.000 barel, kilang 2 ke *fuel terminal* 4 sejumlah 20.000 barel, kilang 2 ke *fuel terminal* 6 sejumlah 35.000 barel, kilang 2 ke *fuel terminal* 7 sejumlah 65.000 barel, kilang 2 ke *fuel terminal* 8 sejumlah 55.000 barel, kilang 2 ke *fuel terminal* 10 sejumlah 30.000 barel. Sedangkan biaya distribusi minimum untuk pengiriman produk BBM adalah sebesar Rp 5.092.979.000.000.

Kata kunci: Distribusi BBM, *Linear programming*, LINGO, Optimasi, *Vehicle Routing Problem*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi seperti minyak bumi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi manusia yang pasti membutuhkan energi untuk bahan bakar kendaraan yang digunakan untuk beraktifitas sehari-hari. Kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM) harian di Indonesia adalah sekitar 1,6 juta barel per hari, dengan konsumsi minyak mentah yang terus meningkat dan sebagian besar harus diimpor untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Sektor industri, ketenagalistrikan, dan penerbangan adalah pengguna utama BBM, sementara pemerintah terus berupaya mengurangi impor dan meningkatkan ketahanan energi nasional [1].

Sebagai anak perusahaan distributor produk BBM, PT. XYZ bertanggungjawab dalam mengirimkan BBM dari kilang ke *fuel terminal*. Perusahaan ini mendapat tugas untuk mendistribusikan produk BBM dari 2 kilang yang memiliki kapasitas yang besar dan dengan jumlah permintaan yang berbeda-beda, untuk kilang 1 memiliki kapasitas sebesar 150.000 barel per hari sedangkan kilang 2 memiliki kapasitas sebesar 350.000 barel per hari. Kedua kilang terse-

but harus mensupply BBM ke 10 *fuel terminal* dengan jarak yang berbeda-beda dengan kebutuhan BBM masing-masing *fuel terminal* yang berbeda pula.

Penentuan kilang mana yang akan mendistribusikan produk BBM ke *fuel terminal* mana menjadi tantangan tersendiri bagi PT. XYZ guna mendapatkan rute distribusi yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan *fuel terminal*. Dengan kendala-kendala yang dihadapi dalam sistem distribusi yang dimiliki PT. XYZ diantaranya kapasitas kilang termasuk permintaan *fuel terminal* terhadap ketersediaan produk dan bagaimana PT. XYZ dapat meminimalkan biaya transportasi. Permasalahan transportasi sebagian besar berhubungan dengan pemilihan rute terbaik, salah satunya dengan *vehicle routing problem*. VRP (*Vehicle Routing Problem*) adalah masalah optimasi kombinatorial yang bertujuan untuk menentukan rute optimal dalam distribusi barang ke beberapa lokasi pelanggan, dengan mempertimbangkan efisiensi waktu, jarak, dan penggunaan sumber daya [2]. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah optimasi pencarian rute terpendek adalah dengan menggunakan model *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*. CVRP merupakan model dasar dalam VRP, yang mempertimbangkan kapasitas angkut kendaraan sebagai kendala utama. Dalam model ini, seluruh permintaan pelanggan diketahui dari awal, dan pengiriman permintaan tersebut dilakukan dalam satu rute yang sama untuk setiap pelanggan [3].

Melalui pemrograman model matematis dengan menggunakan LINGO diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan transportasi tersebut. LINGO merupakan program komputer yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang bervariasi menjadi lebih mudah dan efisien [4]. Program LINGO menyediakan paket terintegrasi yang mencakup bahasa pemrograman untuk mengekspresikan model optimasi, fitur lengkap dalam membangun model matematika dan penyelesaian masalah, dan satu set *built in solver* yang secara efisien mampu memecahkan masalah-masalah model optimasi [5]. Penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan *linier programming* telah terbukti dapat menyelesaikan permasalahan terkait dengan optimalisasi, seperti Penentuan Lokasi *Distribution Centre* pada Suatu Perusahaan Agrobisnis [6]. Namun untuk penentuan lokasi kilang dalam pendistribusian produk BBM belum banyak yang meneliti.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membantu perusahaan dalam mengambil keputusan dalam menentukan rute distribusi dan jumlah kapasitas pengiriman produk BBM supaya Perusahaan dapat mengoptimalkan rantai pasok distribusi produk BBM.

2. METODE

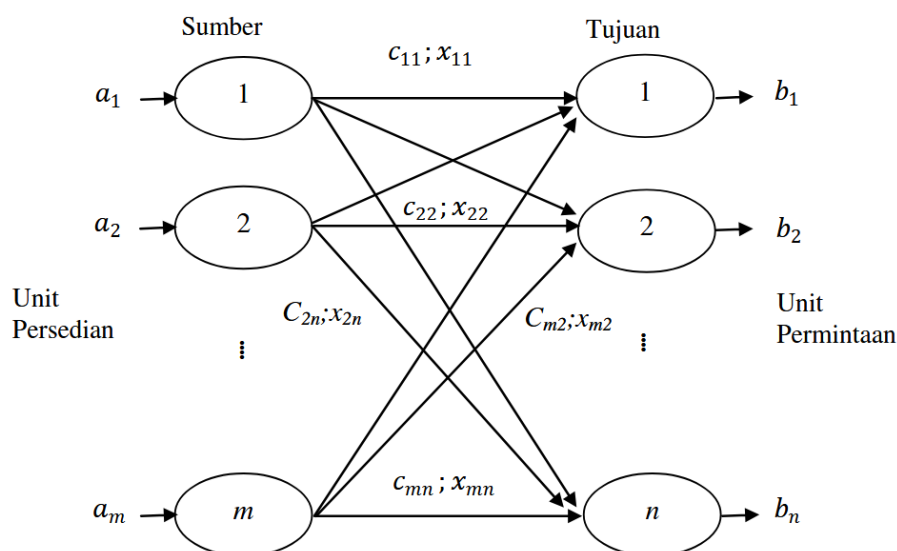
Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *linier programming* dengan bantuan *software* LINGO dengan alur seperti pada Gambar 1 dan persoalan pada Tabel 1. Untuk menentukan nilai optimal dengan menggunakan *software* LINGO, beberapa tahapannya antara lain menentukan model matematika, menentukan formulasi model untuk program LINGO, dan membaca hasil yang diperoleh oleh LINGO [7]. Model LINGO minimal memiliki tiga syarat, yaitu memerlukan fungsi objektif, variabel, dan batasan (fungsi kendala) [8]. Persamaan *linier programming* yang digunakan,

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Dengan kendala: } \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$



Gambar 1. Skema persoalan transportasi

Tabel 1. Persoalan transportasi

Tujuan \ Sumber	T ₁	T ₂	...	T _j	...	T _n	Supply
S ₁	x_{11} c_{11}	x_{12} c_{12}	...	x_{1j} c_{1j}	...	x_{1n} c_{1n}	a_1
S ₂	x_{21} c_{21}	x_{22} c_{22}	...	x_{2j} c_{2j}	...	x_{2n} c_{2n}	a_2
...	...	...	...	...	...	...	...
S _i	x_{i1} c_{i1}	x_{i2} c_{i2}	...	x_{ij} c_{ij}	...	x_{in} c_{in}	a_i
...	...	...	...	...	...	...	...
S _m	x_{m1} c_{m1}	x_{m2} c_{m2}	...	x_{mj} c_{mj}	...	x_{mn} c_{mn}	a_m
Demand	b_1	b_2	...	b_j	...	b_n	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

3. PEMBAHASAN

Program linear untuk masalah transportasi adalah cabang dari program linear yang bertujuan untuk meminimalkan total biaya pengiriman barang dari beberapa sumber (misalnya pabrik) ke beberapa tujuan (misalnya gudang). Ini adalah masalah yang dipecahkan dengan mengoptimalkan alokasi pasokan ke permintaan, dan dapat diselesaikan menggunakan teknik khusus [9].

Persamaan linier pada masalah transportasi digunakan untuk memodelkan masalah distribusi barang dari beberapa sumber (kilang) ke beberapa tujuan (*fuel terminal*) dengan tujuan meminimalkan total biaya pengiriman. Masalah ini adalah jenis khusus dari pemrograman linier

yang melibatkan kendala kapasitas pasokan dari sumber, permintaan dari tujuan, dengan tujuan untuk mengoptimalkan biaya pengangkutan.

Pada perhitungan untuk mencari rute optimal distribusi dilakukan dengan menggunakan pendekatan CVRP ini dilakukan dengan bantuan *software* LINGO. Fungsi tujuan dari model matematika ini adalah mendapatkan total jarak perjalanan distribusi yang paling minimum [10]. Kendala dalam kasus ini adalah kapasitas kilang yang berbeda, permintaan BBM dari masing-masing *fuel terminal* yang berbeda serta jarak tempuh dari kilang ke *fuel terminal* yang berbeda-beda. Kilang 1 memiliki kapasitas sebesar 150.000 barel per hari dengan biaya produksi sebesar Rp. 24.892.725.000 sedangkan kilang 2 memiliki kapasitas sebesar 350.000 barel per hari dengan biaya produksi sebesar Rp. 58.086.350.000 dengan asumsi harga per barrel adalah \$10 (dengan kurs Rp16.000/\$). Permintaan *fuel terminal* seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan gambar distribusi BBM dari kilang ke *fuel terminal* diketahui memiliki jarak yang berbeda-beda seperti ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Permintaan BBM dari *Fuel Terminal* (dalam ribu barrel per hari)

FT 1	FT 2	FT 3	FT 4	FT 5	FT 6	FT 7	FT 8	FT 9	FT 10
50	25	30	20	45	35	65	55	50	60

Tabel 3. Jarak tempuh dari Kilang ke *Fuel Terminal* (dalam km)

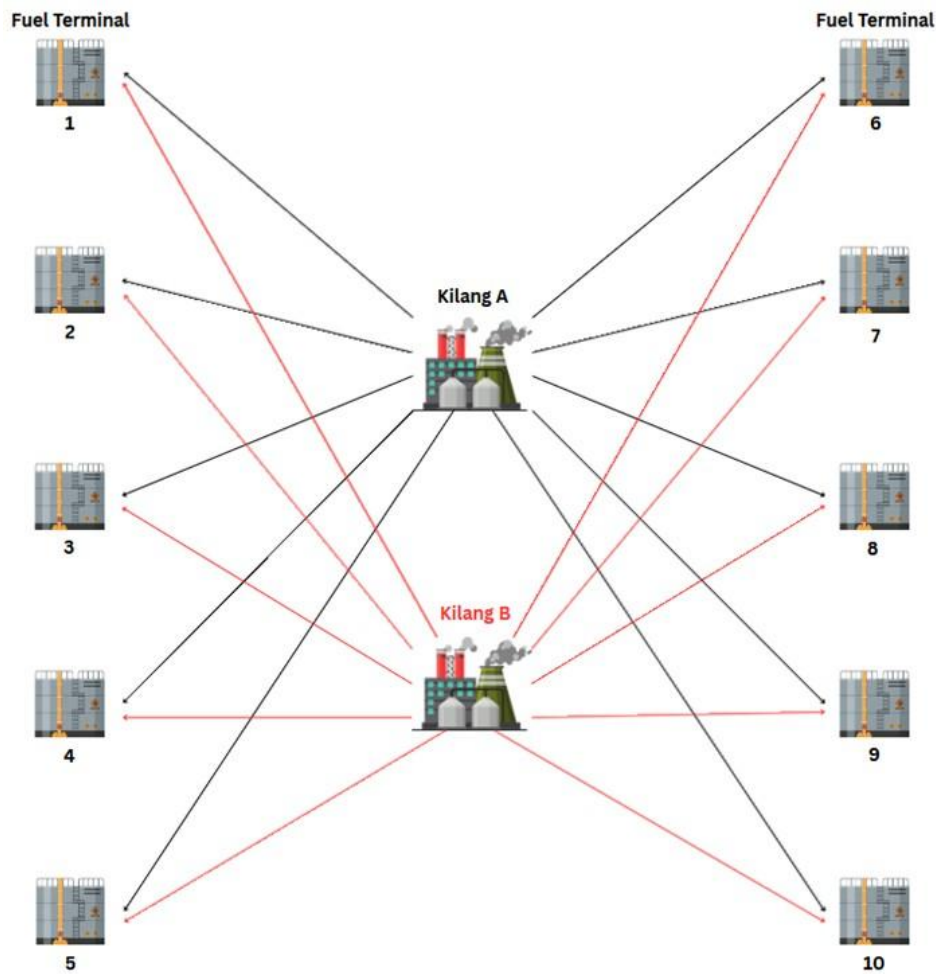
	FT 1	FT 2	FT 3	FT 4	FT 5	FT 6	FT 7	FT 8	FT 9	FT 10
Kilang 1	1029	441	1324	1176	735	2206	2059	2794	2647	2353
Kilang 2	735	1471	882	588	1176	1912	2206	2353	2941	2500

Sedangkan BBM truk dengan harga biosolar dari Pertamina adalah Rp. 6.800,- per liter. Dengan asumsi konsumsi BBM truk sebesar 10 km/liter dan jarak tempuh antara kilang ke *fuel terminal* seperti pada Tabel 3 sehingga dapat diketahui biaya pengiriman dari kilang ke *fuel terminal* seperti pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Biaya pengiriman BBM dari Kilang ke *Fuel Terminal* (dalam juta Rp)

	FT 1	FT 2	FT 3	FT 4	FT 5	FT 6	FT 7	FT 8	FT 9	FT 10
Kilang 1	7	3	7	8	5	15	14	19	18	16
Kilang 2	5	10	6	4	8	13	15	16	20	17

Jaringan distribusi ditunjukkan seperti Gambar 2 dimana kedua kilang dapat mensupply ke semua *fuel terminal*. Terdapat beberapa hal penting dalam model matematis penentuan lokasi masing-masing fasilitas, yaitu besar kapasitas yang dibutuhkan dan alokasi permintaan yang dilayani. Penentuan lokasi fasilitas pada seluruh jaringan supply chain merupakan keputusan penting yang memberikan bentuk, struktur dan bentuk untuk sistem *supply chain* [11].



Gambar 2. Distribusi BBM dari Kilang ke *Fuel Terminal*

Keputusan alokasi kapasitas juga memiliki dampak yang signifikan terhadap performansi sistem perusahaan. Pengalokasian kapasitas yang terlalu banyak pada suatu lokasi mengakibatkan rendahnya utilitas dan meningkatkan berbagai biaya, sedangkan pengalokasian kapasitas yang terlalu sedikit mengakibatkan buruknya kemampuan pelayanan perusahaan jika permintaan tidak dapat dipenuhi atau meningkatnya biaya jika permintaan tersebut dialokasikan dari lokasi fasilitas yang jauh letaknya [12]. Data input yang digunakan terdiri dari biaya tetap kilang, kapasitas kilang, dan jumlah permintaan. Dengan pendekatan penyelesaian masalah transportasi menggunakan *software* LINGO, maka dilakukan pengolahan model matematis seperti Gambar 3.

```

MODEL:

SETS:

    REFINERY: FCOST, CAP, OPEN;
    FUEL_TERMINAL: DEM;
    ARCS( REFINERY, FUEL_TERMINAL) : COST, VOL;

ENDSETS

DATA:

    REFINERY, FCOST, CAP =
        R1      24892725000    150000
        R2      58086350000    350000;

    FUEL_TERMINAL, DEM =
        F1      50000
        F2      25000
        F3      30000
        F4      20000
        F5      45000
        F6      35000
        F7      65000
        F8      55000
        F9      50000
        F10     60000;

    COST =
        7000000  3000000  7000000  8000000  5000000  15000000  14000000  19000000  18000000  16000000
        5000000  10000000  6000000  4000000  8000000  13000000  15000000  16000000  20000000  17000000;

```

Gambar 3. Data input dengan model matematis pada LINGO

Fungsi tujuan dari studi kasus ini adalah meminimalkan biaya distribusi dari kilang ke *fuel terminal* dengan menentukan kilang mana yang akan mendistribusikan BBM ke *fuel terminal* mana sesuai dengan perhitungan model matematika menggunakan LINGO seperti Gambar 4 berikut.

```

[OBJECTIVE] MIN = @SUM( ARCS: COST * VOL) + @SUM( REFINERY: FCOST * OPEN);

@FOR( FUEL_TERMINAL ( J): [DEMAND] @SUM( REFINERY( I): VOL( I, J)) >= DEM( J));

@FOR( REFINERY( I): [SUPPLY] @SUM( FUEL_TERMINAL ( J): VOL( I, J)) <= CAP( I) * OPEN( I));

@FOR( REFINERY: @BIN( OPEN));

END

```

Gambar 4. Pengolahan dengan model matematis pada LINGO

Gambar 5 adalah hasil dari pengolahan dan perhitungan menggunakan LINGO. Didapatkan hasil pengiriman produk BBM dari kilang 1 ke *fuel terminal* 1 sejumlah 0, kilang 1 ke *fuel terminal* 2 sejumlah 25.000 barrel, kilang 1 ke *fuel terminal* 3 sejumlah 0, kilang 1 ke *fuel terminal* 4 sejumlah 0, kilang 1 ke *fuel terminal* 5 sejumlah 45.000 barrel, kilang 1 ke *fuel terminal* 6 sejumlah 0, kilang 1 ke *fuel terminal* 7 sejumlah 0, kilang 1 ke *fuel terminal* 8 sejumlah 0, kilang 1 ke *fuel terminal* 9 sejumlah 50.000 barrel, kilang 1 ke *fuel terminal* 10 sejumlah 30.000 barrel. Sedangkan kilang 2 ke *fuel terminal* 1 sejumlah 50.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 2 sejumlah 0, kilang 2 ke *fuel terminal* 3 sejumlah 30.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 4 sejumlah 20.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 5 sejumlah 0, kilang 2 ke *fuel terminal* 6 sejumlah 35.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 7 sejumlah 65.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 8 sejumlah 55.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 9 sejumlah 0, kilang 2 ke *fuel terminal* 10 sejumlah 30.000 barrel.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                0.5092979E+13
Objective bound:                0.5092979E+13
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        12
Elapsed runtime seconds:        0.03

Model Class:                    MILP

Total variables:                22
Nonlinear variables:            0
Integer variables:              2

Total constraints:              13
Nonlinear constraints:          0

Total nonzeros:                64
Nonlinear nonzeros:            0
VOL( R1, F1)                   0.000000      3000000.
VOL( R1, F2)                   25000.00      0.000000
VOL( R1, F3)                   0.000000      2000000.
VOL( R1, F4)                   0.000000      5000000.
VOL( R1, F5)                   45000.00      0.000000
VOL( R1, F6)                   0.000000      3000000.
VOL( R1, F7)                   0.000000      0.000000
VOL( R1, F8)                   0.000000      4000000.
VOL( R1, F9)                   50000.00      0.000000
VOL( R1, F10)                  30000.00      0.000000
VOL( R2, F1)                   50000.00      0.000000
VOL( R2, F2)                   0.000000      6000000.
VOL( R2, F3)                   30000.00      0.000000
VOL( R2, F4)                   20000.00      0.000000
VOL( R2, F5)                   0.000000      2000000.
VOL( R2, F6)                   35000.00      0.000000
VOL( R2, F7)                   65000.00      0.000000
VOL( R2, F8)                   55000.00      0.000000
VOL( R2, F9)                   0.000000      1000000.
VOL( R2, F10)                  30000.00      0.000000

```

Gambar 5. Hasil pengolahan model matematis pada LINGO

4. SIMPULAN

Berdasarkan analisis penelitian dapat diambil kesimpulan antara lain pengiriman produk BBM dari kilang ke *fuel terminal* ada pada kilang 1 ke *fuel terminal* 2 sejumlah 25.000 barrel, kilang 1 ke *fuel terminal* 5 sejumlah 45.000 barrel, kilang 1 ke *fuel terminal* 9 sejumlah 50.000 barrel, kilang 1 ke *fuel terminal* 10 sejumlah 30.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 1 sejumlah 50.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 3 sejumlah 30.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 4 sejumlah 20.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 6 sejumlah 35.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 7 sejumlah 65.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 8 sejumlah 55.000 barrel, kilang 2 ke *fuel terminal* 10 sejumlah 30.000 barrel. Sedangkan total biaya distribusi minimum untuk pengiriman produk BBM adalah sebesar Rp 5.092.979.000.000.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Siswanto, "Mengejar Produksi 1 Juta Barel di 2030," <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/8766/mengejar-produksi-1-juta-barel-di-2030>. Diakses 13 september 2025. 2025.

- [2] Bachtiar, H & Komarudin, “*Guided Clarke and Wright Algorithm to Solve Large Scale of Capacitated Vehicle Routing Problem*”, *IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, pp 449-453, 2021.
- [3] Cengiz Toklu, Merve. “*A fuzzy multi-criteria approach based on Clarke and Wright savings algorithm for vehicle routing problem in humanitarian aid distribution*”, *Journal of Intelligent Manufacturing*. 34. 10.1007/s10845-022-01917-0, 2022.
- [4] S. Yu, “*Supply Chain Distribution Network--Optimized Design Model and Its Solution Based on Time Constraints*”, *2nd International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application* (pp. 941-945). IEEE. 2012.
- [5] B. Budiani, dkk. “*TRANSSHIPMENT DENGAN PROGRAM LINGO DALAM DISTRIBUSI PRODUK MULTIVITAMIN*”, *Airlangga Journal of Innovation Management*. Vol. 1 No.2 Oktober 2020 e-ISSN: 2722-5062 DOI : 10.20473/ajim.v1i1.19171. 2020.
- [6] Y. Fernandes. “*PENENTUAN LOKASI DISTRIBUTION CENTRE PADA SUATU PERUSAHAAN AGRIBISNIS*”, *Skripsi FT UI*. 2009.
- [7] E. Lesmana, dkk, “*Aplikasi Model Mixed Integer Linear Programming Untuk Pengolahan Dan Pendistribusian Ikan Pada Industri Perikanan (Studi Kasus: PT. Multi Mina Rejeki).*”, *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika* Vol 3 No 2, Hal 195-206. 2018.
- [8] Y, Haryono. «*Penyelesaian Masalah Model Transportasi Dengan Menggunakan Metode Simpleks Transportasi*». *LEMMA VOL I NO. 2*, MEI 2015
- [9] W. Y. W. Yuda, “*Zero Point Method* untuk Menentukan Penyelesaian Masalah Transportasi”. *Skripsi UNAIR*, 2012.
- [10] K. Hasanah & Winarno. «*Penentuan Rute Distribusi Optimal di PB Surya Agung dengan Menggunakan Metode Saving Matrix, Nearest Insertion dan Software LINGO*”, *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Vol 25, No 1 (2025): Februari, pp 883-890, 2025.
- [11] R. H. Ballou, “*Business Logistics Management*”, New Jersey: Prentice-Hall, 2018.
- [12] Y, Pratama. “*Analisis Penentuan Lokasi Pusat Distribusi Produk Daun Pintu Yang Optimal Pada PT. Sumatera Timberindo Industry Dengan Metode Mixed Integer Linear Programming (MILP) Dan Vehicle Routing Problem (VRP)*”. *Skripsi Universitas Medan Area*, 2023.

