

PENENTUAN RUTE PENGIRIMAN DAY OLD CHICKEN DI CV. MISSOURI DENGAN PENDEKATAN METODE ALGORITMA TABU SEARCH

Anggi Widya Purnama, Albert Reynaldo Mamesah

Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Jalan Sariasih No.54, 40151, Indonesia

Email : anggiwidypurnama@yahoo.com

ABSTRAK

CV. Missouri yang berlokasi di kota Bandung merupakan salah satu perusahaan yang memasarkan Day Old Chicken (DOC) unggul kepada peternak-peternak ayam yang tersebar di Jawa Barat. Bibit ayam DOC CV. Missouri berasal dari unit Arcamanik Cisaranten Bandung dan didistribusikan ke berbagai peternakan ayam yang tersebar di daerah Jawa Barat. Namun dalam menentukan rute pendistribusiannya, para petugas distribusi menentukan rute pendistribusian DOC dengan menggunakan intuisinya (rute ditentukan langsung oleh para petugas distribusi) tanpa melihat apakah rute yang digunakan merupakan rute yang terbaik untuk menempuh semua konsumen, karena CV. Missouri belum menetapkan rute yang tetap. Hal tersebut menyebabkan biaya distribusi menjadi tidak dapat dilihat efisiensinya.

Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini mencoba untuk melakukan perancangan rute usulan dengan menggunakan pendekatan sweep method dan tabu search. Dengan menggunakan algoritma tabu search, rute pendistribusian usulan terbagi menjadi 13 cluster dari 65 pelanggan dengan total rute yang terbentuk sebanyak 13 rute dalam 3 hari pengiriman. Selisih total rute usulan yang terbentuk sebanyak 6 rute pengiriman dengan pengurangan 1 hari pengiriman dalam seminggu. Total jarak tempuh berkurang sebesar 921,5 km dengan persentase sebesar 28%. Efektifitas load factor meningkat sebesar rata-rata 0,3 dengan persentase 46%. Total biaya pendistribusian DOC CV. Missouri pada rute eksisting sebesar Rp. 6.015.129,-, sedangkan total biaya rute usulan sebesar Rp. 4.329.319,-. Terdapat efisiensi total biaya sebesar Rp. 1.685.810,- dengan persentase sebesar 24%.

Kata-kunci : *Vehicle Routing Problem, Sweep Method, Algoritma Tabu Search*

1. PENDAHULUAN

Daging ayam merupakan salah satu sumber protein yang baik dikonsumsi bagi tubuh. Di Indonesia, konsumsi daging ayam masih menjadi pilihan masyarakat jika dibandingkan dengan daging sapi. Dimana rata-rata konsumsi daging ayam di Indonesia mencapai 0,14 kilogram (kg) per kapita per minggu, sedangkan rata-rata konsumsi daging sapi atau kerbau hanya 0,009 kg per kapita per minggu pada 2021 (BPS, 2022). Tingginya konsumsi daging ayam menjadikan bisnis daging ayam menjadi salah satu bisnis yang menjanjikan sehingga para pengusaha di bidang peternakan mulai membuka usaha peternakan unggas (*poultry*), terutama pada kota-kota besar dengan permintaan daging ayam yang tinggi. Jawa Barat merupakan Provinsi sebagai produsen daging ayam terbesar di Indonesia, yaitu sebesar 860.156,13 Ton pada tahun 2021 (BPS,2022).

Agar produksi daging ayam yang dapat di jual ke pasaran, diperlukannya bibit ayam ras pedaging unggul dari hasil penetasan (*hatchery*) yang baik sesuai standar yang tercantum dalam Standar Nasional Indonesia SNI 01-4868.1-2005 (BSN, 2011).

Seperti diketahui bahwa di era globalisasi saat ini, tingkat persaingan antar perusahaan sangat ketat, hal itu dapat dilihat dari semakin banyaknya pesaing (usaha sejenis). Oleh karena itu agar dapat mempertahankan posisinya dan meningkatkan keuntungan perusahaan, setiap perusahaan harus dapat dapat memenuhi keinginan dan kepuasan para konsumen (*customer oriented*), dimana kualitas yang beorientasi pada konsumen tercakup dalam 3 (tiga) hal yaitu : Harga, Mutu Produk dan Mutu Pelayanan (kecepatan, kemudahan, dan sebagainya) (Zeithaml, Bitner, and. Greimier, 2006).

Setiap perusahaan dituntut untuk dapat melakukan pelayanan yang seoptimal mungkin dalam pemenuhan kebutuhan konsumen. Suatu perusahaan akan kehilangan kepercayaan konsumen, ketika pada suatu saat seseorang membutuhkan barang, tetapi barang tersebut tidak tersedia, atau bagaimana bisa mendapatkan barang yang diinginkan, tetapi dalam jumlah yang tidak mencukupi, atau mendapatkan barang dengan kualitas yang berbeda. Salah satu aspek yang harus diperhatikan agar dapat menghindari /meminimalisir kejadian tersebut, yaitu aspek logistik. Karena tujuan utama dari logistik adalah menyampaikan barang dan bermacam-macam material dalam jumlah yang tepat pada waktu yang dibutuhkan, dalam keadaan yang dapat dipakai, ke lokasi dimana ia dibutuhkan, dan dengan total biaya yang terendah (Bowersox, 1978). Dalam sistem logistik, transportasi merupakan salah satu aktifitas yang mempengaruhi kepuasan pelanggan dan biaya. Pada banyak perusahaan, transportasi menghasilkan biaya tertinggi dalam sistem logistik, yaitu sepertiga sampai dua-per-tiga dari total biaya logistik (Ballou, 2004). Untuk itu, meningkatkan efisiensi melalui maksimalisasi pemanfaatan kendaraan dan personil serta sistem operasi menjadi perhatian utama.

CV. Missouri yang berlokasi di kota Bandung merupakan salah satu perusahaan yang memasarkan Day Old Chicken (DOC) unggul kepada peternak-peternak ayam yang tersebar di Jawa Barat. Bibit ayam DOC CV. Missouri berasal dari unit Arcamanik Cisaranten Bandung dan didistribusikan ke berbagai peternakan ayam yang tersebar di daerah Jawa Barat. Dalam proses pendistribusian produknya dilakukan selama empat (4) hari dalam seminggu dengan *demand* yang tetap dalam setiap minggunya. Namun dalam menentukan rute pendistribusiannya, para petugas distribusi menentukan rute pendistribusian DOC dengan menggunakan intuisinya (rute ditentukan langsung oleh para petugas distribusi) tanpa melihat apakah rute yang digunakan merupakan rute yang terbaik untuk menempuh semua konsumen, karena CV. Missouri belum menetapkan rute yang tetap. Hal tersebut menyebabkan biaya distribusi menjadi tidak dapat dilihat efisiensinya.

Lawrence (2008) dalam penelitian mengenai penentuan rute dengan metode *sweep method* dan tabu *search algorithm* menghasilkan efektifitas rute, yaitu: pengurangan jarak tempuh dan efisiensi biaya distribusi. Hal yang sama yang dilakukan oleh Asteria (2008) dengan Algoritma Tabu Search mendapatkan hasil jarak tempuh dan biaya distribusi yang lebih efektif dan efisien.

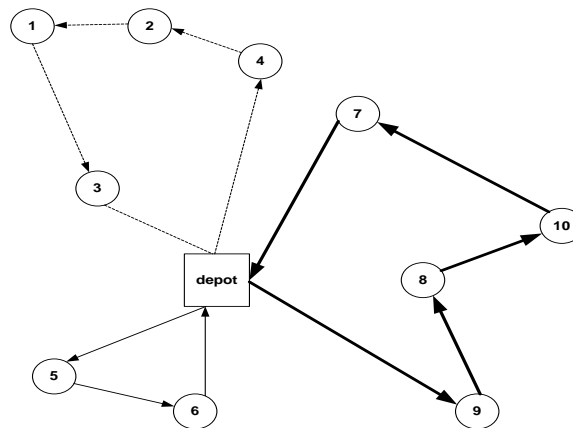
Berdasarkan permasalahan-permasalahan tersebut, maka kajian dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan rute pendistribusian DOC pada CV Missouri agar menjadi efektif dan efisien dengan pendekatan algoritma *tabu search* serta untuk mengetahui biaya distribusi DOC yang dikeluarkan oleh CV. Missouri.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Vehicle Routing Problem (VRP) diperkenalkan pertama kali oleh Dantzig dan Ramzer pada tahun 1959 yang memegang peranan penting dalam pengaturan distribusi dan menjadi salah satu masalah yang dipelajari secara luas. VRP merupakan permasalahan distribusi yang mencari serangkaian rute untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu dari satu atau lebih depot untuk melayani konsumen. pendekatan solusi untuk TSP dan VRP. Ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pemodelan matematika
2. Heuristik
3. Meta-heuristik
4. Pendekatan interaktif
5. Pendekatan Hybrid

VRP adalah salah satu contoh masalah transportasi yang meliputi aktivitas pemindahan barang/orang kepada pelanggan dengan menggunakan kendaraan dan memiliki tujuan untuk memenuhi beberapa tujuan distribusi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menentukan jumlah kendaraan yang digunakan dan rute yang harus ditempuh untuk masing-masing kendaraan dalam memenuhi permintaan pelanggan.



Gambar 1. Contoh VRP dengan 1 depot, 10 pelanggan dan 3 kendaraan

Formulasi model matematik untuk VRP dasar dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Minimasi } \sum_i \sum_j \sum_k d_{ij} x_{ijk} \quad (1)$$

Dengan pembatas :

$$\sum_i \sum_k x_{ijk} = 1, \text{ untuk semua } j \quad (2)$$

$$\sum_i x_{ipk} - \sum_j x_{pjk} = 0, \text{ untuk semua } p, k \quad (3)$$

$$\sum_i q_i \left(\sum_j x_{ijk} \right) \leq Q_k, \text{ untuk semua } k \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ojk} \leq 1, \text{ untuk semua } k \quad (5)$$

$$y_1 - y_j + n \sum_{k=1}^{NV} X_{ijk} \leq n - 1, i \neq j, i \neq 0, j \neq 0 \quad (6)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, \text{ untuk semua } i, j \text{ dan } k \quad (7)$$

Capacitated vehicle routing problem with time windows (CVRPTW) adalah salah satu jenis VRP yang merupakan kombinasi dari bentuk umum *capacitated vehicle routing problem (CVRP)* dan *vehicle routing problem with time windows (VRPTW)*. CVRPTW bertujuan untuk membentuk rute optimal untuk memenuhi permintaan konsumen yang dilakukan secara *delivery* dengan kendala kapasitas dan *time windows*.

Kendala pertama pada CVRPTW adalah kendala kapasitas. Kendala kapasitas yang dimaksud adalah bahwa setiap kendaraan memiliki kapasitas tertentu dan jika kapasitas kendaraan sudah penuh, maka kendaraan tersebut tidak dapat melayani konsumen selanjutnya. Kendala berikutnya adalah kendala *time windows* pada masing-masing konsumen dan *time windows* pada depot. *Time windows* pada masing-masing konsumen $[a_i, b_i]$ adalah interval waktu yang ditentukan oleh masing-masing konsumen bagi setiap kendaraan untuk dapat melakukan pelayanan pada konsumen tersebut. Kendaraan dapat memulai pelayanan di antara waktu awal konsumen (a_i) dan waktu akhir konsumen (b_i). Namun kendaraan juga harus menunggu sampai waktu awal konsumen dapat dilayani apabila kendaraan tersebut datang sebelum waktu awal konsumen, sedangkan *time windows* pada depot $[a_0, b_0]$ didefinisikan sebagai interval waktu yang menunjukkan waktu awal keberangkatan kendaraan dari depot dan waktu kembalinya kendaraan ke depot, itu artinya kendaraan tidak boleh meninggalkan depot sebelum waktu awal depot (a_0) dan harus kembali ke depot sebelum waktu akhir depot (b_0).

Fungsi tujuan dari CVRPTW adalah meminimumkan total waktu tempuh kendaraan untuk melayani semua konsumen, q tidak melebihi kapasitas kendaraan

Meminimumkan Waktu Tempuh Z_{min}

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left(W t_{ij} \sum_{k=1}^n X_{ijk} \right) \dots \dots \dots (8)$$

Setiap konsumen hanya dikunjungi tepat satu kali oleh kendaraan yang sama.

$$\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n X_{ijk} = 1, \dots \dots \dots (9)$$

Total jumlah permintaan konsumen dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melayani rute tersebut. Jika ada lintasan dari i ke j dengan kendaraan k , maka

$$Y_{ik} + Q_k = Y_{jk} \dots \dots \dots (10)$$

$$Y_{jk} \leq Q \dots \dots \dots (11)$$

Jika ada perjalanan dari konsumen ke- i ke konsumen ke- j , maka waktu memulai pelayanan di konsumen ke- j lebih dari atau sama dengan waktu kendaraan ke- k untuk memulai pelayanan di konsumen ke- i ditambah waktu pelayanan konsumen ke- i dan ditambah waktu tempuh perjalanan dari konsumen ke- i ke konsumen ke- j . Jika ada lintasan dari i ke j dengan kendaraan k , maka

$$T_{ik} + s_{ik} + W_{ij} \leq T_{jk} \dots \dots \dots (12)$$

Waktu kendaraan untuk memulai pelayanan di konsumen ke- i harus berada pada selang waktu $[a_i, b_i]$.

$$a_i \leq T_{ik} \leq b_i \dots \dots \dots (13)$$

Setiap rute perjalan berawal dari depot dan berakhir di depot.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n X_{ijk} = 1, \dots \dots \dots (14)$$

Kekontinuan rute, artinya kendaraan yang mengunjungi setiap konsumen, setelah selesai melayani akan meninggalkan konsumen tersebut.

$$\sum_{i=1}^n X_{ijk} - \sum_{i=1}^n X_{ijk} = 0, \dots \dots \dots (15)$$

Dengan:

$i, j = \text{pelanggan } 1, 2, \dots, n$

$n = \text{jumlah nodes}$

$k = \text{kumpulan kendaraan homogen}$

$W_{t_{ij}}$ waktu tempuh dari i ke j

Y_k merupakan kapasitas maksimum kendaraan k

s_{ik} menyatakan lamanya pelayanan di konsumen ke i .

q_j merupakan banyaknya permintaan konsumen ke j

Sweep Method adalah metode yang sederhana dalam melakukannya, dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang cakupannya besar. Keakuratan *sweep method* didapatkan rata-rata kesalahan perhitungannya sebesar 10 persen. Memecahkan masalah yang cukup kompleks dengan pendekatan yang sederhana dan waktu yang singkat. Pendekatan ini cukup akurat, hal ini terdapat pada cara pembuatan rutenya. (Ballou, 2004).

Metode ini termasuk di dalam jenis metode *cluster* atau pengelompokan. Dimana *clustering* nya dimulai dengan menempatkan depot sebagai titik pusat dan dikelilingi *nodes* yang tersebar secara acak sesuai letak geografis. *Sweep Method* diperlukan dua tahapan proses yaitu tahapan pengelompokan (*clustering*) dan pembentukan rute. Pengelompokan dilakukan jika volume total perhentian dari satu *cluster* mungkin akan melebihi kapasitas kendaraan dikarenakan beberapa perhentian dipindahkan kepada kendaraan yang kapasitasnya belum penuh. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode transportasi *linear programming*. Perhentian dikelompokkan berdasarkan kedekatan dan logika yang akan menghasilkan jarak total terendah. Ketika volume *cluster* melebihi kapasitas dari kendaraan dipindahkan ke *cluster* lain dilakukan untuk mendapatkan keseimbangan optimum di antara *cluster*.

Langkah – langkah tahapan pengelompokkan yaitu menggambarkan agen dalam koordinat kartesius dan menetapkan titik tujuan, menentukan koordinat polar dari masing-masing titik menggunakan Langkah mengubah koordinat kartesius (x,y) menjadi koordinat polar (r, θ) adalah sebagai berikut:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \dots \dots \dots (16)$$

$$\theta = \arctan \frac{y}{x} \dots \dots \dots (17)$$

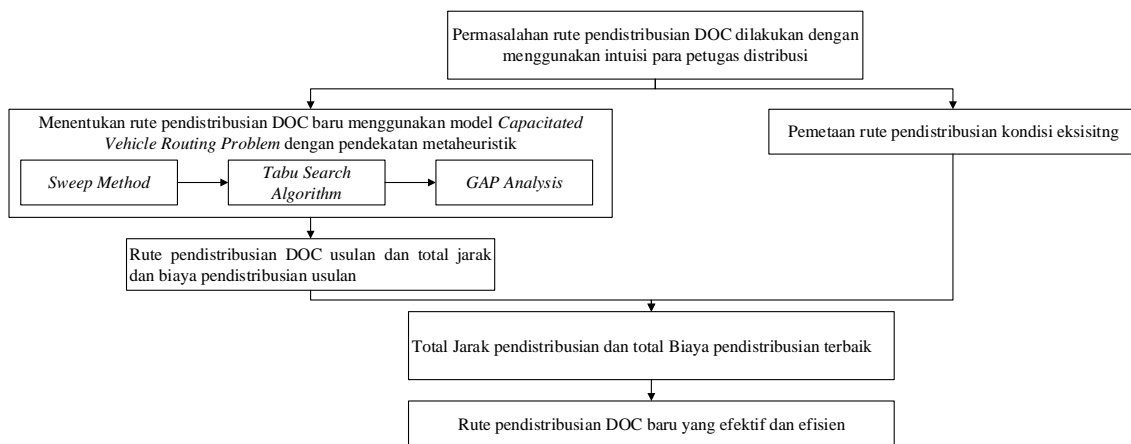
Kemudian Melakukan pengelompokkan (*clustering*) dimulai dari agen yang memiliki sudut polar terkecil hingga sudut polar terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan. Kemudian dilakukan cluster dengan batasan tidak melebihi kapasitas, dilakukan hingga semua sudut polar tersapu bersih.

Tabu search adalah salah satu metode yang tergabung dalam satu kelas yang disebut *meta-heuristic* (Braysy dan Gendreau, 2001). Metode *Tabu search* ini terbukti sukses dalam memecahkan permasalahan kombinatorial terkait dengan masalah optimasi. Dasar dari TS *meta-heuristic* adalah dengan menggunakan strategi pengawalan yang agresif untuk memotong prosedur pencarian lokal untuk membawa keluar eksplorasi dari himpunan solusi dalam rangka menghindari keterjebakan dalam *local optima*. Ketika

local optima ditemui, strategi agresif bergerak ke solusi terbaik di setiap tetangga walaupun mungkin akan mengakibatkan penurunan dalam nilai tujuan. Untuk menghindari pencarian ke tempat yang baru saja diperoleh, Tabu Search menggunakan struktur memori untuk menyimpan atribut dari solusi yang diterima yang baru saja ditemui dalam *tabu list*. Atribut yang disimpan dalam *tabu list* disebut *tabu-active*, dan solusi-solusi yang memiliki elemen *tabu active* dikatakan sebagai *tabu*. Sebuah atribut tetap *tabu active* selama durasi *tt*, dikenal sebagai *tabu tenure* sebelum ini dibuat tidak *tabu active*. Algoritma T Tabu Search melanjutkan pencariannya sampai iterasi tertentu sebelum ini diakhiri. Tabu Search metaheuristik membutuhkan : Inisiasi, Mekanisme pembentukan solusi tetangga, Data management *structure*, Set komponen untuk algoritma TS

3. METODOLOGI

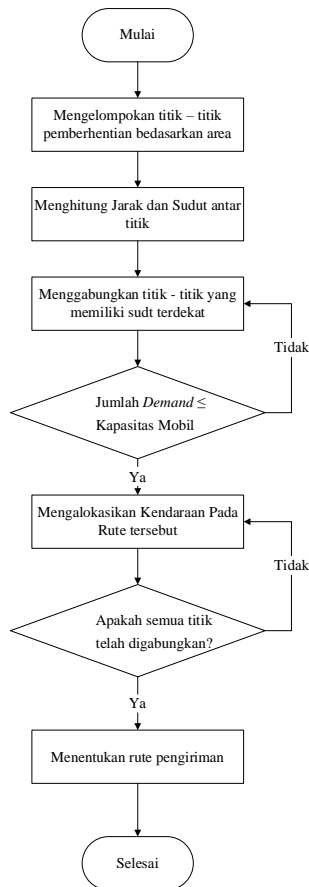
Metode penentuan rute pendistribudian menggunakan model *Capacitated Vehicle Routing Problem* dengan pendekatan metode *Sweep Method* dan *Tabu Search Algorithm* sebagai rute pendistribusian usulan. Setelah didapatkan rute usulan, selanjutnya dilakukan analisis dengan membandingkan jarak serta biaya antara rute eksisting dan rute usulan sehingga didapatkan rute pendistribusian yang lebih efektif dan efisien. Dalam melaksanakan penelitian, kerangka pemikiran seperti dalam Gambar 2.



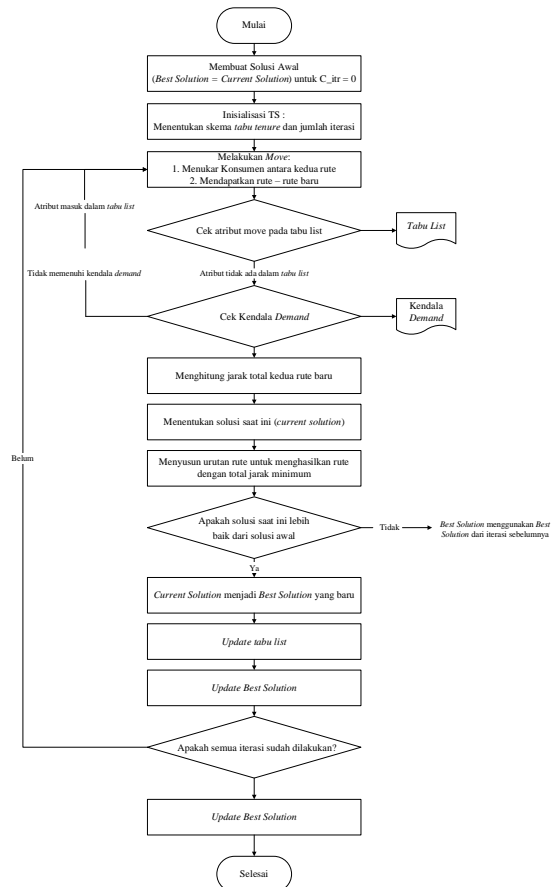
Gambar 2. Kerangka Pemikiran

Pengolahan data pada penelitian ini berupa perancangan rute. Input data yang digunakan adalah lokasi depot dan pelanggan, jarak depot ke tiap pelanggan, jumlah permintaan, waktu layanan, kapasitas. Dalam mendapatkan rute inisiasi, metode yang digunakan adalah *sweep method*. Langkah pengerjaan *sweep method* guna memperoleh rute inisiasi dapat dilihat pada gambar 3.

Setelah mendapatkan rute inisiasi, langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan rute usulan menggunakan algoritma *tabu search* dengan memanfaatkan *software Matlab*. Tahap algoritma *tabu search* yang secara skematis terlihat pada gambar 4.



Gambar 3. Langkah Pengerjaan Inisiasi dengan Sweep Method



Gambar 4. Algoritma Tabu Search

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pelanggan dan Permintaan

CV. Missouri dalam proses distribusinya kepada 65 pelanggan di wilayah Jawa Barat dilakukan selama empat (4) hari dalam seminggu dengan *demand* yang tetap setiap minggunya. Beberapa data pelanggan wilayah Jawa Barat yang telah dilakukan kodefikasi serta jumlah permintaan untuk setiap pelanggannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Pelanggan

Kode	Qty	Box	Kode	Qty	Box	Kode	Qty	Box	Kode	Qty	Box
P1	1600	16	P16	4000	40	P31	6400	64	P46	1800	18
P2	2700	27	P17	5000	50	P32	2100	21	P47	3000	30
P3	2400	24	P18	5000	50	P33	3650	37	P48	3000	30
P4	2100	21	P19	4000	40	P34	5000	50	P49	8000	45

P5	3000	30	P20	6000	60	P35	200	2	P50	4000	40
P6	3700	37	P21	6600	66	P36	2400	24	P51	3000	30
P7	4200	42	P22	4300	43	P37	3500	35	P52	3000	30
P8	6800	68	P23	2700	27	P38	1600	16	P53	2500	25
P9	6000	60	P24	11000	110	P39	6000	60	P54	7000	70
P10	3000	30	P25	5500	55	P40	4000	40	P55	4000	40
P11	4500	45	P26	3500	35	P41	9500	95	P56	600	6
P12	3000	30	P27	8100	81	P42	1300	13	P57	1000	10
P13	3000	30	P28	1600	16	P43	4000	40	P58	2700	27
P14	1300	13	P29	1800	18	P44	3000	30	P59	1000	10
P15	4000	40	P30	2000	20	P45	4500	45	P60	8100	81

(Sumber : CV. Missouri, 2022).

Muatan dalam pendistribusian yang dilakukan oleh CV. Missouri adalah *Day Old Chicken* yang merupakan muatan *live Stock*. Dengan karakteristik muatan tersebut dibutuhkan kendaraan dengan karakteristik khusus dalam melakukan proses pendistribusiannya. Terkait hal tersebut, CV. Missouri menggunakan kemasan/*box* khusus. Ukuran *box* yang digunakan berdimensi 60 cm x 50 cm x 20 cm dengan kapasitas perboxnya yaitu sebanyak 100 DOC.



Gambar 5. Kemasan/Box DOC

Jenis Kendaraan yang digunakan Mitsubishi Colt diesel Fe 71 M/T 110 PS, dengan jumlah kendaraan yang tersedia sebanyak 5 unit. Kendaraan yang digunakan untuk proses distribusi telah dimodifikasi, terutama pada box pengangkutnya dengan ukuran box kendaraannya berdimensi 4 meter x 2 meter x 2 meter. Penataan Box DOC disusun menjadi 10 tingkat dengan terdapat sekat rak setiap 5 tumpukan, setiap tumpukan disusun menjadi 2 kolom dan total baris tumpukan adalah 10 baris, maka total box maksimal yang dapat diangkut satu kendaraan adalah 200 box DOC. Waktu persiapan setiap melakukan pengiriman adalah 5 menit dan waktu saat melakukan *unloading box* adalah 5 box permenitnya. Pada box kendaraan terdapat kisi-kisi ventilasi pada setiap sisi dinding *box* dan dilengkapi oleh *vent* atau kipas agar suhu dan sirkulasi udara didalam box dapat terjaga, dengan penataan dan tumpukan box DOC pada kendaraan telah diatur agar tidak terjadi kematian pada DOC yang didistribusikan, seperti yang terlihat dalam Gambar 6. Waktu dalam melakukan pendistribusian DOC dilakukan dimulai pada pukul

17.00, hal tersebut bertujuan agar menjaga suhu ruangan dalam truk box saat pengiriman. Pengiriman terakhir disarankan tidak melebihi pukul 07.00.



Gambar 6. Kendaraan

4.2 Matrik Jarak dan Waktu Tempuh

Matrik jarak merupakan matrik yang menunjukkan hubungan jarak antara Perusahaan (Depot) dan Pelanggan. Perhitungan jarak dilakukan dengan memilih jarak tempuh terpendek. Perhitungan jarak ini menggunakan aplikasi google map dengan satuan jarak yang digunakan adalah Kilometer (Km). Data matrik jarak asal tujuan seperti pada Tabel 2.

Matrik waktu tempuh merupakan matrik yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk berpindah dari satu titik ke titik lainnya. Data waktu tempuh didapatkan dari rumus waktu tempuh yaitu hubungan jarak dan kecepatan, dengan kecepatan rata-rata kendaraan adalah 62,23 Km/Jam. Rumus waktu tempuh dituliskan sebagai berikut :

$$Waktu\ Tempuh = \frac{Jarak\ (Km)}{Kecepatan\ Rata-rata} \dots\dots\dots(18)$$

Matrik waktu tempuh asal tujuan seperti pada tabel 3.

Tabel 2. Matrik Jarak (Km)

	Depot	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P.(n)
Depot		29,2	17,3	15,7	4	26,5	30,5	26	29	73,8	63,5	....
P1	31,8		13,3	25,6	34	13,5	20,1	26,8	46,1	82,5	90,5	....
P2	19,1	13,3		15,7	21,5	12,2	18,1	38,1	38	72,6	77,5	....
P3	16,1	25,6	15,6		17,7	18,5	18,7	23,3	23,2	59,5	67,6	....
P4	3,7	32,3	20,8	18		29,2	32,9	30,6	30,4	66,3	63,6	....
P5	26,5	13,5	12,2	18,6	28,9		9,1	16	39,1	75,4	83,5	....
P6	31,4	21,1	18,3	19,5	32,9	10,1		11,2	38,4	74,7	82,7	....
P7	25,6	26,8	36,7	23,7	29,4	15,8	10,2		30,9	42	38,4	....
P8	29	45,8	36,6	23,3	29,2	38,8	37,4	31,3		42,1	38,6	....
P9	73,7	82,2	72,3	59,3	66,4	75,2	74,5	43,9	44,1		27,5	....

	Depot	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P.(n)
P10	63,4	91,2	77,9	67,2	63,7	84,2	83,9	38	38,2	27,5		....
P.(n)	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

Tabel 3. Matrik Waktu Tempuh (Jam)

	Depot	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P.(n)
Depot		0.47	0.28	0.25	0.06	0.43	0.49	0.42	0.47	1.19	1.02	....
P1	0.51		0.21	0.41	0.55	0.22	0.32	0.43	0.74	1.33	1.45	....
P2	0.31	0.21		0.25	0.35	0.20	0.29	0.61	0.61	1.17	1.25	....
P3	0.26	0.41	0.25		0.28	0.30	0.30	0.37	0.37	0.96	1.09	....
P4	0.06	0.52	0.33	0.29		0.47	0.53	0.49	0.49	1.07	1.02	....
P5	0.43	0.22	0.20	0.30	0.46		0.15	0.26	0.63	1.21	1.34	....
P6	0.50	0.34	0.29	0.31	0.53	0.16		0.18	0.62	1.20	1.33	....
P7	0.41	0.43	0.59	0.38	0.47	0.25	0.16		0.50	0.67	0.62	....
P8	0.47	0.74	0.59	0.37	0.47	0.62	0.60	0.50		0.68	0.62	....
P9	1.18	1.32	1.16	0.95	1.07	1.21	1.20	0.71	0.71		0.44	....
P10	1.02	1.47	1.25	1.08	1.02	1.35	1.35	0.61	0.61	0.44		....
P.(n)	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

4.3 Biaya Pendistribusian/Pengiriman

Biaya Pendistribusian/Pengiriman terdiri dari Biaya Tetap (*fixed cost*) dan Biaya Tidak Tetap (*variable cost*). Rincian dari biaya pendistribusian/pengiriman adalah sebagai berikut :

- Biaya Tetap (*fixed cost*)

Tabel 4. Biaya Tetap

No.	Biaya	Rp/hari
1.	Penyusutan Kendaraan	Rp. 161.095
2.	Pajak Kendaraan	Rp. 7.005
3.	Uji KIR Kendaraan	Rp. 630
Jumlah		Rp. 168.730

- Biaya Tidak Tetap (*variable cost*)

Tabel 5. Biaya Tidak Tetap

No.	Biaya	Rp/km/truk
1.	Bahan Bakar (Solar)	Rp. 468,18
2.	Komponen Ban	Rp. 113,98
3.	Servis Kecil	Rp. 52,50
4.	Servis Besar	Rp. 95,89
Jumlah		Rp. 732,23

4.4 Pengolahan Data Jarak Tempuh Pendistribusian/Pengiriman Eksisting (Saat Ini)

Pengolahan data jarak tempuh dilakukan sesuai dengan rute eksisting yang dilakukan oleh CV. Missouri pada kegiatan pendistribusian/pengiriman saat ini, dimana seluruh pelanggan di wilayah Jawa Barat dilayani oleh lima kendaraan dan pemilihan rute perjalanan berdasarkan kebiasaan/instuisi dari sopir. Berikut rute saat ini yang digunakan oleh pihak CV. Missouri beserta total jarak tempuhnya.

Tabel 6. Rute Dan Jarak Tempuh Pendistribusian Kondisi Eksisting

Hari Ke-	Rute	Rute Eksisting	Total Jarak	Demand (box)
1	1	Depot-P2-P1-Depot	61,6	43
	2	Depot-P4-P3-P7-P6-P5-Depot	91,1	148
	3	Depot-P8-P9-P10-Depot	162	158
	4	Depot-P11-P12-P13-Depot	234	105
	5	Depot-P15-P16-P14-Depot	228	91
Total			776,7	545
2	1	Depot-P19-P17-P18-Depot	116,4	160
	2	Depot-P20-P21-P22-P23-Depot	131,5	176
	3	Depot-P24-P26-P25-Depot	239,2	200
	4	Depot-P27-P28-P30-P29-P31-Depot	261,1	199
	5	Depot-P33-P34-P32-Depot	271,2	108
Total			1019,4	843
3	1	Depot-P35-P36-P38-Depot	114,4	42
	2	Depot-P37-P39-P40-Depot	182,6	135
	3	Depot-P41-P42-P43-P44-Depot	343,2	178
	4	Depot-P45-P46-P47-Depot	285	93
Total			925,2	448
4	1	Depot-P48-P49-P51-P52-P50-Depot	105	175
	2	Depot-P53-P54-Depot	95,2	92
	3	Depot-P55-P56-P57-P59-P58-Depot	274,9	93
	4	Depot-P60-P61-Depot	364	186
	5	Depot-P65-P63-P64-P62-Depot	284,95	92
Total			1124,05	638

4.5 Pengolahan Data Biaya Pendistribusian/Pengiriman Eksisting (Saat Ini)

Pengolahan data biaya pendistribusian/pengiriman terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Agar sesuai dengan kondisi diteliti dalam periode hari, maka seluruh biaya dikonversi menjadi harian untuk biaya tetap dan biaya tidak tetap menjadi setiap Km, selanjutnya dikumulasikan

menjadi biaya pendistribusian dalam satu minggu. Berikut biaya pendistribusian/pengiriman rute eksisting/saat ini dalam tabel 7.

Tabel 7. Tabel Biaya Pendistribusian/Pengiriman Kondisi Eksisting (Saat Ini)

Hari Ke-	Rute	Rute Eksisting	Total Jarak (km)	Fix Cost	Variable Cost	Total Cost
1	1	Depot-P2-P1-Depot	61,6	Rp 168.730	Rp 731	Rp 213.732
	2	Depot-P4-P3-P7-P6-P5-Depot	91,1	Rp 168.730	Rp 731	Rp 235.284
	3	Depot-P8-P9-P10-Depot	162	Rp 168.730	Rp 731	Rp 287.081
	4	Depot-P11-P12-P13-Depot	234	Rp 168.730	Rp 731	Rp 339.681
	5	Depot-P15-P16-P14-Depot	228	Rp 168.730	Rp 731	Rp 335.298
2	6	Depot-P19-P17-P18-Depot	116,4	Rp 168.730	Rp 731	Rp 253.767
	7	Depot-P20-P21-P22-P23-Depot	131,5	Rp 168.730	Rp 731	Rp 264.799
	8	Depot-P24-P26-P25-Depot	239,2	Rp 168.730	Rp 731	Rp 343.480
	9	Depot-P27-P28-P30-P29-P31-Depot	261,1	Rp 168.730	Rp 731	Rp 359.479
	10	Depot-P33-P34-P32-Depot	271,2	Rp 168.730	Rp 731	Rp 366.858
3	11	Depot-P35-P36-P38-Depot	114,4	Rp 168.730	Rp 731	Rp 252.306
	12	Depot-P37-P39-P40-Depot	182,6	Rp 168.730	Rp 731	Rp 302.130
	13	Depot-P41-P42-P43-P44-Depot	343,2	Rp 168.730	Rp 731	Rp 419.458
	14	Depot-P45-P46-P47-Depot	285	Rp 168.730	Rp 731	Rp 376.940
4	15	Depot-P48-P49-P51-P52-P50-Depot	105	Rp 168.730	Rp 731	Rp 245.439
	16	Depot-P53-P54-Depot	95,2	Rp 168.730	Rp 731	Rp 238.279
	17	Depot-P55-P56-P57-P59-P58-Depot	274,9	Rp 168.730	Rp 731	Rp 369.561
	18	Depot-P60-P61-Depot	364	Rp 168.730	Rp 731	Rp 434.654
	19	Depot-P65-P63-P64-P62-Depot	284,95	Rp 168.730	Rp 731	Rp 376.903
Total Keseluruhan						Rp 6.015.129

4.6 Pengolahan Data Jarak Tempuh Pendistribusian/Pengiriman Rute Usulan

Proses pengolahan data yang diperoleh dibuat menjadi sebuah *database* yang diurutkan dan di input pada *Microsoft excel* dan semua *database* diolah menggunakan *software MATLAB*. Dalam *software* tersebut, *database* diolah dengan menggunakan metode *sweep method* dan *tabu search* dengan menggunakan bahasa pemrograman berbasis matriks pada *MATLAB* dan *SAS Planet*.

Tahapan awal dalam menentukan rute inisiasi dengan menggunakan *sweep method*, pengerjaan dilakukan dengan mengelompokkan pelanggan sesuai dengan koordinat kartesius. Menentukan

koordinat polar dari masing-masing pelanggan dengan depot sebagai pusat koordinat. CV. Missouri sebagai pusat koordinat (0,0) dan pelanggan i (x_i, y_i) ditentukan dengan menggunakan software SAS Planet.



Gambar 7. Peta Posisi Depot dan Pelanggan

Pengelompokan dimulai dari pelanggan yang memiliki sudut polar terkecil dan berurutan hingga pelanggan yang memiliki sudut polar terbesar dan dihentikan jika mendekati kapasitas maksimal. Sudut terbentuk digambarkan sebagai garis merupakan sudut polar yang digunakan sebagai *cluster*, data koordinat depot dan masing-masing pelanggan ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Koordinat

Kode Pelanggan	Latitude	Longitude	Sudut Polar (°)
Depot	0	0	0,00
P1	S6°56'01.7"	E107°28'33.1"	262,44
P2	S6°55'59.4"	E107°33'20.3"	258,08
P3	S6°59'30.2"	E107°37'53.5"	201,59
P4	S6°53'41.5"	E107°41'56.3"	54,67
P..(n)	....	....	.....

Setelah hal tersebut, langkah selanjutnya membuat *cluster* baru. Berikut adalah hasil clustering.

Tabel 9. Data Cluster pelanggan

Kode Pelanggan	Sudut Polar (°)	Box	Cluster	Kode Pelanggan	Sudut Polar (°)	Box	Cluster
P33	66,99	36,5	1	P52	147,13	30	7
P34	67,09	50		P50	156,90	40	
P32	79,70	21		P9	164,92	60	
P65	85,29	23		P51	164,99	30	

Kode Pelanggan	Sudut Polar (°)	Box	Cluster	Kode Pelanggan	Sudut Polar (°)	Box	Cluster
P62	90,81	19		Total		160	8
P63	95,92	20		P19	196,55	60	
P64	96,08	30		P3	201,59	20	
Total		199,5		P7	206,77	40	
P4	54,67	21	2	P21	209,11	40	9
P22	98,92	43		P40	220,88	40	
P23	100,91	27		Total		200	
P58	106,97	27		P49	222,10	45	
P55	111,44	40		P6	227,35	37	
P28	115,98	16		P48	232,47	30	
P59	116,01	10		P5	241,44	30	
P57	116,96	10		P18	252,16	50	
Total		194		Total		192	
P30	117,61	20		3	P17	257,97		50	10
P29	119,76	18	P2		258,08	27	
P47	121,86	30	P37		260,57	35	
P16	122,00	40	P39		262,14	60	
P27	122,25	81	P1		262,44	16	
Total		189	Total		188		
P15	122,76	40	4	P20	264,32	66	11
P31	123,05	64		P35	268,63	2	
P14	123,48	11		P36	287,17	24	
P12	127,07	30		P38	294,37	16	
P25	127,84	55		P54	302,70	70	
Total		200		P53	304,14	22	
P13	130,58	30	5	Total		200	12
P56	130,86	6		P60	294,54	81	
P24	136,86	110		P61	295,46	105	
P11	138,22	45		P42	295,55	13	
Total		191		Total		199	

Kode Pelanggan	Sudut Polar (°)	Box	Cluster	Kode Pelanggan	Sudut Polar (°)	Box	Cluster	
P46	142,66	18	6	P44	296,46	30	13	
P26	142,76	35		P41	297,96	95		
P45	144,41	45		P43	298,13	40		
P10	144,81	30		Total			165	
P8	146,41	68						
Total		196						

Setelaah terbentuk cluster, selanjutnya merancang rute inisiasi. Proses perancangan rute inisiasi dengan menggunakan algoritma nearest neighbor. Jumlah rute perhari didapatkan dari jumlah hari pengiriman dengan banyaknya cluster yang dirata-ratakan. maka rute inisiasi didapatkan sebagai berikut.

Tabel 10. Rute Inisiasi

Rute	Rute Inisiasi	Total Jarak (Km)	Demand (Box)
1	Depot-P33-P34-P32-P65-P62-P63-P64-Depot	327,95	200
2	Depot-P4-P22-P23-P58-P55-P28-P59-P57-Depot	262,01	194
3	Depot-P30-P29-P47-P16-P27-Depot	239,3	189
4	Depot-P15-P31-P14-P12-P25-Depot	237,2	200
5	Depot- P13-P56-P24-P11-Depot	225,3	191
6	Depot- P46-P26-P45-P10-P8-Depot	272,6	196
7	Depot- P52-P50-P9-P51-Depot	153,8	160
8	Depot- P19-P3-P7-P21-P40-Depot	148,1	200
9	Depot- P49-P6-P48-P5-P18-Depot	151,9	192
10	Depot-P17-P2-P37-P39-P1-Depot	124,7	188
11	Depot- P20-P35-P36-P38-P54-P53-Depot	156	200
12	Depot- P60-P61-P42-Depot	370,82	199
13	Depot- P44-P41-P43-Depot	328	165
Total		2997,68	2474

Setelah didapatkan rute inisiasi, selanjutnya merancang rute usulan menggunakan algoritma tabu search dengan aplikasi MATLAB. Prinsip pengerjaan *tabu search* pada MATLAB dari data rute inisiasi menggunakan prinsip *Travelling Salesman Problem*, karena pada pengolahan rute inisiasi batasan kapasitas telah diatur sesuai dengan rute yang terbentuk. Pada tahapan pengolahan ini, parameter yang digunakan dalam input data adalah matriks jarak pada depot dengan pelanggan pada satu rute dan menentukan maksimum iterasi yang akan dilakukan yaitu sebanyak 50. Adapun hasil rute usulan yang terbentuk seperti dalam tabel 11.

Tabel 11. Rute Usulan

Hari ke-	Rute ke-	Rute Usulan	Total Jarak (Km)	Demand (Box)
1	1	Depot-P34-P33-P32-P65-P62-P64-P63-Depot	327,95	200
	2	Depot-P4-P22-P23-P55-P28-P57-P59-P58-Depot	261,9	194
	3	Depot-P47-P16-P29-P30-P27-Depot	238,1	189
	4	Depot-P15-P31-P14-P25-P12-Depot	237	200
	5	Depot- P56-P13-P11-P24-Depot	224,6	191
2	6	Depot- P46-P45-P26-P10-P8-Depot	261,9	196
	7	Depot- P51-P50-P9-P52-Depot	130,9	160
	8	Depot- P40-P21-P7-P19-P3-Depot	147,6	200
	9	Depot- P49-P49-P6-P18-P5-Depot	145,9	192
	10	Depot-P2-P37-P1-P17-P39-Depot	124,7	188
3	11	Depot- P36-P53-P54-P38-P20-P35-Depot	134,7	200
	12	Depot- P42-P60-P61-Depot	360,4	199
	13	Depot- P43-P41-P44-Depot	327,9	165
Total			2923,55	2474

4.7 Pengolahan Data Biaya Pendistribusian/Pengiriman Usulan

Pengolahan data biaya pendistribusian/pengiriman terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Agar sesuai dengan kondisi diteliti dalam periode hari, maka seluruh biaya dikonversi menjadi harian untuk biaya tetap dan biaya tidak tetap menjadi setiap Km, selanjutnya dikumulasikan menjadi biaya pendistribusian dalam satu minggu. Berikut biaya pendistribusian/pengiriman rute eksisting/saat ini dalam tabel 12.

Hari ke-	Rute Usulan	Total Jarak (km)	Fix Cost	Variable Cost	Total Cost
----------	-------------	------------------	----------	---------------	------------

1	Depot-P34-P33-P32-P65-P62-P64-P63-Depot	327,95	Rp 168.730	Rp 731	Rp 408.317
	Depot-P4-P22-P23-P55-P28-P57-P59-P58-Depot	261,9	Rp 168.730	Rp 731	Rp 360.064
	Depot-P47-P16-P29-P30-P27-Depot	238,1	Rp 168.730	Rp 731	Rp 342.676
	Depot-P15-P31-P14-P25-P12-Depot	237	Rp 168.730	Rp 731	Rp 341.873
	Depot- P13-P56-P24-P11-Depot	224,6	Rp 168.730	Rp 731	Rp 332.814
2	Depot- P46-P26-P45-P10-P8-Depot	261,9	Rp 168.730	Rp 731	Rp 360.064
	Depot- P52-P50-P9-P51-Depot	130,9	Rp 168.730	Rp 731	Rp 264.360
	Depot- P19-P3-P7-P21-P40-Depot	147,6	Rp 168.730	Rp 731	Rp 276.561
	Depot- P49-P6-P48-P5-P18-Depot	145,9	Rp 168.730	Rp 731	Rp 275.319
	Depot-P17-P2-P37-P39-P1-Depot	124,7	Rp 168.730	Rp 731	Rp 259.831
3	Depot- P20-P35-P36-P38-P54-P53-Depot	134,7	Rp 168.730	Rp 731	Rp 267.136
	Depot- P60-P61-P42-Depot	360,4	Rp 168.730	Rp 731	Rp 432.024
	Depot- P44-P41-P43-Depot	327,9	Rp 168.730	Rp 731	Rp 408.281
Total Keseluruhan					Rp. 4.329.319

Tabel 12. Tabel Biaya Pendistribusian/Pengiriman Usulan

4.8 Analisis

Dari hasil perbandingan antara sistem pendistribusian/pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pendistribusian/pengiriman usulan dalam satu siklus pengiriman mingguan, didapat bahwa terjadi kesenjangan total jarak tempuh dalam satu minggu sebesar 921,8 Km atau sekitar 24%, dimana sistem pendistribusian/pengiriman usulan lebih baik dari sistem pendistribusian/pengiriman saat ini (eksisting) dan dapat menghemat rata-rata 921,8 Km atau sekitar 24% jarak tempuh kendaraan secara keseluruhan.

Kesenjangan total biaya dalam satu minggu antara sistem pendistribusian/pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pendistribusian/pengiriman usulan sebesar Rp. 1.685.810,- atau sekitar 28%, dimana sistem pendistribusian/pengiriman usulan lebih baik dari sistem pendistribusian/pengiriman saat ini (eksisting) dan dapat menghemat rata-rata biaya sebesar Rp. 1.685.810,- atau sekitar 28%.

Kesenjangan *load factor* dalam satu minggu antara sistem pendistribusian/pengiriman saat ini (eksisting) dengan sistem pendistribusian/pengiriman usulan sebesar 0,30 atau sekitar 46%, dimana sistem pendistribusian/pengiriman usulan lebih baik dari sistem pendistribusian/pengiriman saat ini (eksisting) dan dapat meningkatkan *load factor* sebesar **0,30,- atau sekitar 46%.**

Tabel 13. Gap Analysis Total Jarak, Biaya dan Rerata Load Factor Rute Eksisting dan Rute Usulan

Indikator	Eksisting	Usulan	Gap	Gap%
-----------	-----------	--------	-----	------

Jarak	3845,35 Km	2923,55 Km	921,8 Km	-24%
Biaya	Rp 6.015.129	Rp 4.329.319	Rp 1.685.810	-28%
Load Factor	0,651	0,952	-0,300	46%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan penelitian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan algoritma *tabu search*, rute pendistribusian usulan terbagi menjadi 13 *cluster* dari 65 pelanggan dengan total rute yang terbentuk sebanyak 13 rute dalam 3 hari pengiriman. Selisih total rute usulan yang terbentuk sebanyak 6 rute pengiriman dengan pengurangan 1 hari pengiriman dalam seminggu. Total jarak tempuh berkurang sebesar 921,5 km dengan persentase sebesar 28%. Efektifitas *load factor* meningkat sebesar rata-rata 0,3 dengan persentase 46%.
2. Total biaya pendistribusian DOC CV. Missouri pada rute eksisting sebesar Rp. 6.015.129,-. sedangkan total biaya rute usulan sebesar Rp. 4.329.319,-. Terdapat efisiensi total biaya sebesar Rp. 1.685.810,- dengan persentase sebesar 24%.

Adapun saran dari hasil penelitian ini yaitu rute pendistribusian usulan dapat menjadi pertimbangan dalam melakukan proses pendistribusian DOC, sehingga pengeluaran biaya distribusi dapat menjadi lebih efisien. Selain hal tersebut, dengan mempertimbangkan pengurangan hari pendistribusian yang dapat menyebabkan pengurangan penggunaan armada, maka perusahaan dapat menambahkan pelanggan yang dilayani dalam satu minggu atau mengurangi kepemilikan armada yang dimiliki sehingga dapat memperkecil biaya investasi dan atau overhead.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asteria, C. (2008). Penentuan rute distribusi dengan Algoritma tabu search Untuk vrp dengan time windows (studi kasus di pt.x). Jakarta : Repository UI
- Ballou, R.H. (2004) : *Business Logistics/Supply Chains Management 5 ed.* New Jersey : Prentice Hall, Inc
- BSN. (2011). *SNI 01-4868.1-2005* Bibit niaga (*final stock*) ayam ras tipe pedaging umur sehari.
- Braysy O dan Gendreau M (2001), Tabu Search Heuristics for Vehicle.
- Bowersox, D.J., Closs, D., Cooper, M.B. (1978) : *Supply Chain Logistics Management.* New York : McGraw Hill
- Dantzig, G.B., and Ramser, J.H. (1959) : *The Truck Dispatching Problem, Management Science*, 6, pp. 80-91
- Lawrence, R. (2008). Penjadwalan dan rute pengiriman daging beku Menggunakan model vehicle routing problem Dengan metode algoritma tabu search. Jakarta : Repository UI

Zeithaml, V.A., Bitner, M.J., & Gremler, D.D. (2006) : *Services Marketing : Integrating Customer Focus Across the Firm* (4th Ed). Boston : McGraw-Hill/Irwin

BPS. (2022). Produksi Daging Ayam Ras Pedaging menurut Provinsi (Ton) 2018-2021, Jakarta: <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/950/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting-2007-2017.html>. Diakses pada tanggal 2 September 2021.

BPS. (2022). Produksi Daging Sapi menurut Provinsi (Ton) 2018-2021. Jakarta : <https://www.bps.go.id/indicator/24/488/1/produksi-daging-ayam-ras-pedaging-menurut-provinsi.html> Diakses pada tanggal 2 September 2021.