

## Optimalisasi Biaya Distribusi dan Kapasitas Pengiriman Produk Kopi Menggunakan Metode *Dynamic Programming* Dengan *Software* Win-QSB Pada PT MLN

Rusindiyanto<sup>a\*</sup>, Kezia Grace Sudarman<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Industrial Engineering, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

<sup>b</sup> Industrial Engineering, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

\* Corresponding author: [rusindiyanto.ti@upnjatim.ac.id](mailto:rusindiyanto.ti@upnjatim.ac.id)

### ABSTRAK

PT MLN merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi kopi. Terdapat 10 jenis kopi dengan ketersediaan unit, berat dan keuntungan yang berbeda. PT MLN terletak di Kota Surabaya dan ingin melakukan pendistribusian kopi menuju kota Sidoarjo. Terdapat 11 titik yang akan menjadi pilihan rute jalur distribusi. Yang dimana terdapat 5 tahap rute yang harus dilalui untuk bisa sampai ke kota tujuan. Penelitian ini berfokus untuk menentukan rute dengan persentase jarak terpendek untuk memperoleh biaya distribusi minimal serta menentukan jumlah maksimum kapasitas kopi yang bisa diangkut untuk memperoleh keuntungan yang maksimal. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, PT MLN mengambil tindakan menganalisis rute perjalanan dengan metode *Stagecoach Problem* serta menganalisa kapasitas angkut distribusi dengan metode *knapsack* menggunakan *software* win-QSB. Dari hasil pengolahan data diperoleh pada *stagecoach* didapatkan biaya minimum sebesar Rp4.000.000, biaya minimum ini akan dicapai ketika truk pengangkut melalui rute kota A ke kota C, kota C ke kota H, kota H ke kota K, kota K ke kota M, kota M ke kota P. Dan pada perhitungan *knapsack* didapatkan biaya maksimum yaitu sebesar Rp24.671.000.

**Kata Kunci:** *Knapsack*, *Stagecoach*, Win-QSB

### ABSTRACT

*PT MLN is a company engaged in coffee production. The company produces 10 types of coffee, each with different availability, weight, and profit values. Located in Surabaya, PT MLN aims to distribute its coffee products to Sidoarjo. There are 11 potential points that can serve as route options for the distribution path, consisting of 5 stages that must be traversed to reach the destination city. This study focuses on determining the route with the shortest distance percentage to achieve minimum distribution costs and identifying the maximum load capacity of coffee that can be transported to obtain maximum profit. To solve these problems, PT MLN analyzed the travel routes using the Stagecoach Problem method and the distribution load capacity using the Knapsack method using Win-QSB software. Based on the data analysis, the Stagecoach method resulted in a minimum cost of Rp4,000,000, which can be achieved when the delivery truck follows the route from City A to City C, City C to City H, City H to City K, City K to City M, and City M to City P. Meanwhile, the Knapsack calculation produced a maximum profit of Rp24.671.000.*

**Keywords:** *Knapsack*, *Stagecoach*, Win-QSB

## 1. Pendahuluan

Distribusi adalah proses pengiriman produk ke konsumen yang memerlukan penjadwalan dan rute yang tepat agar produk berkualitas dan tepat waktu [1]. Distribusi juga dapat diartikan sebagai proses mempercepat dan memperlancar penyampaian barang dan jasa dari produsen ke konsumen serta menjamin penggunaannya sesuai dengan kebutuhan (jenis, jumlah, harga, dimana dibutuhkan, kapan dibutuhkan) sebagai kegiatan pemasaran yang ditargetkan [2]. Penerapan kebijakan yang tepat serta meningkatkan kualitas produk, ketepatan waktu pengiriman, dan efisiensi biaya, perusahaan dapat menjaga kepuasan konsumen sekaligus mempertahankan keuntungan. Salah satu cara mengoptimalkannya yaitu melalui *Dynamic Programming* (DP), yang merupakan metode algoritmik untuk memecahkan masalah dengan prinsip utama menguraikan suatu permasalahan kompleks menjadi sub masalah yang lebih sederhana, dimana setiap sub masalah hanya memerlukan satu solusi optimal [3].

PT MLN adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi kopi. Salah satu kendala yang dihadapi adalah kesulitan menentukan rute terpendek agar biaya pengangkutan dapat diminimalkan, sehingga digunakan metode *Stagecoach Problem* untuk memperoleh jarak dan biaya minimum. Selain itu, kurangnya kontrol dalam proses pemuatan barang sering menyebabkan kendaraan melebihi kapasitas, mengakibatkan penumpukan di gudang dan keterlambatan pengiriman yang mengecewakan konsumen. Untuk mengatasinya, PT MLN menerapkan metode *Knapsack Problem* guna menghitung kapasitas muatan optimal agar distribusi lebih efisien dan kerugian dapat dihindari.

Permasalahan pada PT MLM ini kemudian akan diselesaikan dengan metode *Stagecoach Problem* dan *Knapsack Problem* untuk menentukan rute terpendek serta meminimalkan biaya distribusi guna memperoleh keuntungan maksimal. Metode ini dianggap paling optimal untuk kasus tersebut. *Stagecoach Problem* digunakan dalam penentuan rute pada jaringan dengan berbagai kendala di tiap cabang [4], sedangkan *Knapsack Problem* berfokus pada optimasi pemilihan barang dalam wadah dengan kapasitas terbatas [5]. Untuk memperoleh hasil yang akurat, perhitungan dilakukan menggunakan *software* WinQSB, yang berisi algoritma *problem solving* untuk riset operasi dan manajemen [6].

Penelitian ini berfokus pada optimasi distribusi produk kopi PT MLN dengan parameter optimasi berupa biaya pengiriman minimum dan kapasitas muatan maksimum, serta *output* yang dituju berupa peningkatan efisiensi distribusi dan keuntungan Perusahaan. Untuk mencapai tujuan tersebut, digunakan pendekatan *Dynamic Programming* dengan menggunakan metode *Stagecoach Problem* guna menentukan rute terpendek dan metode *Knapsack Problem* untuk menghitung kapasitas muatan optimal. Proses perhitungan dilakukan menggunakan *software* Win-QSB agar analisis lebih akurat dan efisien, sehingga hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi PT MLN dalam merencanakan sistem produksi dan distribusi yang optimal guna meminimalkan biaya serta memaksimalkan keuntungan.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Distribusi Produk

Distribusi adalah salah satu aspek dari pemasaran, yang dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan baik dalam jenis, jumlah, harga, tempat, dan waktu). Distribusi dilakukan oleh distributor yang merupakan sekelompok orang atau organisasi yang

membuat sebuah proses kegiatan penyaluran suatu barang atau jasa untuk dipakai atau dikonsumsi oleh konsumen [7]. Distribusi berperan penting dalam pemasaran sebagai aktivitas menyalurkan produk baik barang dan jasa yang berasal dari produsen hingga sampai ke tangan konsumen [8]. Terdapat beberapa faktor yang membatasi proses distribusi secara langsung terhadap konsumen, yaitu sebagai berikut [9]:

1. *Geographical gap*: perbedaan jarak geografis yang disebabkan oleh perbedaan tempat produksi dengan lokasi konsumen yang tersebar luas.
2. *Time Gap*: perbedaan jarak waktu yang disebabkan perbedaan waktu produksi dengan kebutuhan konsumsi dalam jumlah besar dan menimbulkan nilai guna waktu (*time utility*).
3. *Quantity Gap*: perbedaan dalam jumlah produksi yang lebih besar akan lebih efisien biaya per-unitnya dibandingkan produksi lebih kecil.
4. *Communication dan Information Gap*: perbedaan informasi dan komunikasi yang berbeda di mana produsen tidak mengetahui produk yang dibutuhkan dan siapa konsumen potensialnya.

## 2.2 Dynamic Programming

Program dinamis atau *dynamic programming* merupakan suatu cara matematis yang digunakan untuk mengambil keputusan dari beberapa serangkaian keputusan yang berkaitan dengan tujuan untuk memudahkan dalam penyelesaian optimasi [10]. *Dynamic Programming* (DP) juga dapat dijelaskan sebagai metode algoritmik untuk menyelesaikan permasalahan dengan cara memecah masalah kompleks menjadi beberapa submasalah yang lebih sederhana, di mana setiap submasalah memiliki satu solusi optimal. Solusi optimal dari setiap submasalah kemudian digabungkan untuk memperoleh solusi terbaik bagi permasalahan utama [11]. Proses penyelesaian DP terdiri atas empat tahap utama, yaitu pernyataan variabel, pernyataan transisi keadaan, serta pengambilan keputusan optimal [3]. *Dynamic Programming* dapat dikatakan pula sebagai metode pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan langkah (*step*) atau tahapan (*stage*) sedemikian rupa sehingga solusi dari persoalan dapat dipandang dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Langkah-langkah *Dynamic Programming* dapat dilakukan sebagai berikut [12]:

1. Membagi masalah menjadi submasalah yang lebih kecil dan tidak independen.
2. Menyelesaikan submasalah secara rekursif.
3. Menggabungkan solusi untuk memecahkan masalah asli.

Pada praktiknya, terdapat dua jenis program dinamis ditinjau dari data pada persoalannya, yaitu sebagai berikut [13]:

1. *Deterministic Dynamic Programming*, yaitu program dinamis untuk menyelesaikan persoalan dengan fungsi ongkos yang terdefinisi dengan jelas dan pasti untuk setiap aksi yang dipilih untuk suatu variabel keputusan.
2. *Stochastic Dynamic Programming*, yaitu *program* dinamis untuk menyelesaikan persoalan dengan fungsi ongkos yang memiliki ketidakpastian nilai untuk setiap aksi yang dipilih untuk suatu variabel keputusan. Dalam hal ini, terdapat daftar kemungkinan nilai dan probabilitas untuk nilai tersebut.

## 2.3 Metode Penyelesaian Dynamic Programming

### 2.3.1. Stagecoach Problem

Masalah *stage-coach* atau masalah jalur terpendek merupakan masalah di mana tujuan utamanya adalah menemukan jarak terpendek dan jalur yang sesuai dari suatu

node sumber ke suatu node tujuan dalam suatu jaringan jarak tertentu. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute yang melibatkan jaringan yang terhubung dengan banyak hambatan pada setiap cabangnya [14]. Dengan menentukan rute terpendek diharapkan dapat dihitung biaya minimumnya. Metode penentuan rute terpendek ini dikembangkan oleh Dijkstra pada tahun 1959 untuk memecahkan masalah truk parsel yang mengantarkan barang melalui berbagai rute dari asal hingga tujuan akhir dengan setiap rute melewati lokasi yang berbeda [15].

### 2.3.2. Knapsack Problem

*Knapsack* adalah tas atau karung yang digunakan untuk memuat sesuatu yang tentunya tidak semua objek dapat ditampung di dalam karung tersebut. Karung tersebut hanya dapat menyimpan beberapa objek dengan total ukuran (*weight*) lebih kecil atau sama dengan ukuran kapasitas karung [16]. Masalah *knapsack* merupakan masalah yang nyata dalam kehidupan sehari-hari. Permasalahan *knapsack* ini sering digunakan pada bidang jasa pengangkutan barang seperti pengangkutan peti kemas dalam sebuah media pengangkut [5]. Dalam kegiatan tersebut, diinginkan keuntungan yang maksimal untuk mengangkut semua barang dengan tidak melebihi kapasitas yang ada [17]:

1. *Knapsack* 0-1 (*integer knapsack*) yaitu, objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan, dimana dimensinya harus dimasukkan semua atau tidak sama sekali.
2. *Bounded Knapsack*, yaitu objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan, dimana dimensinya bisa dimasukkan sebagian atau seluruhnya.
3. *Unbounded knapsack*, yaitu jumlah objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan yang macamnya tidak terbatas.

### 2.4 Win-QSB

Salah satu *program* komputer yang dirancang untuk menyelesaikan masalah-masalah kuantitatif dibidang manajemen yaitu WinQSB. *Program* ini dibuat oleh Prof. Yih-Long Chan dari Georgia Institute of Technology, Amerika Serikat [18]. *Program* ini merupakan pengembangan dari *program* QSB (*Quantitative System for Bussines*), QSB+, dan QS yang sudah banyak digunakan akhir tahun 1980-an. *Program* WinQSB sudah sampai pada versi 2.0. Disebut WinSQB karena merupakan perkembangan dari *program* SQB yang dulu berbasis sistem operasi DOS, dan sekarang sudah dapat dijalankan pada computer berbasis Microsoft Windows [19]. Berdasarkan sebuah studi, WinQSB terbukti unggul dalam tujuh dari sepuluh aspek penilaian. Hal ini menunjukkan bahwa WinQSB memiliki kelebihan dibandingkan perangkat lunak sejenis [20].

## 3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Stagecoach Problem* dan *Knapsack Problem* dengan bantuan *software* Win-QSB untuk menentukan rute distribusi terpendek dan biaya minimum pada proses pengiriman produk kopi PT MLN dari Surabaya (A) ke Sidoarjo (P) menggunakan truk berkapasitas maksimal 3.500 kg. Data yang digunakan berasal dari data sekunder PT MLN, meliputi biaya transportasi antar-node dan kapasitas muatan yang diperoleh dari dokumen operasional bagian distribusi serta estimasi biaya perjalanan berdasarkan jarak dan konsumsi bahan bakar aktual. Sementara itu, data berat dan keuntungan tiap jenis kopi diambil dari laporan produksi dan penjualan internal tahun 2025, kemudian disesuaikan untuk simulasi pengolahan data menggunakan Win-QSB.

Tabel 1  
Biaya Transportasi dari Node awal ke Node Tujuan Dalam Ribu Rupiah

From/To	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A		7	5	7	1 2	1		1								
B						3	5	7								
C						1	4	4	7							
D						1	5	9	8							
E						1	9	4	8							
F									1	1		1				
G									2	1	9	6				
H									1	1	1	1				
I									8	3	9	4				
J									1	7	7	8				
K									5	7	7	8				
L													1		1	
M													5	8		
N													1	1		
O													2	4	7	
P																1 4 1 8 1 5

Sumber: Data Sekunder (2025)

Kemudian terdapat data yang akan digunakan dalam pengolahan *Knapsack Problem*, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2  
 Data Produksi *Knapsack Problem*

No	Jenis	Jumlah Yang Tersedia (Unit)	Berat (Unit/Kg)	Keuntungan dalam Ribuan Rupiah
1	Kopi A	31	24	135
2	Kopi B	27	12	85
3	Kopi C	38	27	51
4	Kopi D	32	28	163
5	Kopi E	51	35	79
6	Kopi F	44	22	79
7	Kopi G	34	27	82
8	Kopi H	39	17	122
9	Kopi I	44	15	155
10	Kopi J	29	12	75

Sumber: Data Sekunder (2025)

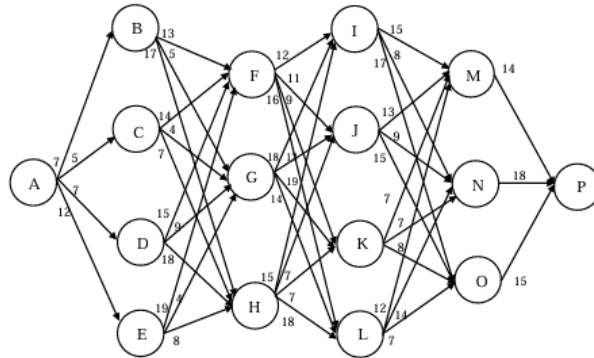
PT MLN mempunyai opsi transportasi yang memiliki kapasitas maksimum, menerangkan bahwa alat distribusi yang digunakan untuk mengangkut kopi dari PT MLN adalah kereta api. Dimana beban maksimal yang bisa diangkut oleh kereta api adalah sebesar 3500 kg per satu kali proses distribusi yang disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3  
 Tabel Kapasitas Maksimum Alat Angkut

Alat Angkut	Beban Maksimal
Kereta Api	3500 Kg
Kapal	3500 Kg
Truk	3500 Kg

Sumber: Data Sekunder (2025)

Dalam PT MLN, graf rute digunakan untuk memvisualisasikan jalur distribusi produk dari Kota A hingga Kota P. Pada graf tersebut, setiap titik (*node*) merepresentasikan lokasi atau kota yang dilalui, sedangkan garis penghubung (*edge*) menunjukkan hubungan atau rute antar kota. Representasi ini menggambarkan jaringan rute kereta api yang digunakan PT MLN dalam proses pengiriman produknya.



Gambar. 1. Graf Rute Distribusi Kopi PT MLN  
Sumber: Data Sekunder (2025)

Untuk memecahkan permasalahan optimasi rute dan kapasitas distribusi pada PT MLN, pendekatan *Stagecoach Problem* yang memiliki model matematis sebagai berikut:

$$f_i(x_i) = \{c(x_i, x_{i+1}) + f_{i+1}(x_{i+1})\} \tag{1}$$

dengan:

- $f_i(x_i)$  = total biaya minimum dari node  $x_i$  ke tujuan akhir,
- $c(x_i, x_{i+1})$  = biaya perjalanan dari node  $x_i$  ke node berikutnya  $x_{i+1}$ ,
- $f_{i+1}(x_{i+1})$  = biaya minimum dari node  $x_{i+1}$  ke tujuan akhir.

Persamaan ini diselesaikan secara backward recursion hingga ditemukan jalur dengan biaya total minimum. Kemudian terdapat pula model matematis pendekatan *Knapsack Problem* yaitu sebagai berikut:

$$\text{Maksimalkan } Z = \sum_{i=1}^n P_i X_i \tag{2}$$

dengan kendala:

$$\sum_{i=1}^n W_i X_i \leq C \tag{3}$$

di mana:

- $P_i$  = keuntungan dari jenis kopi ke- $i$ ,
- $W_i$  = berat dari jenis kopi ke- $i$ ,
- $C$  = kapasitas maksimum kendaraan (3500 kg),

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Setelah mendapatkan data-data mentah dan graf, *input* data kemudian dimasukkan ke dalam pengolahan Win-QSB.



Gambar. 2. *Input Data Stagecoach Problem*  
 Sumber: Olahan Data Penulis (2025)

Item (Stage)	Item Identification	Units Available	Unit Capacity Required	Return Function (X: Item ID) (e.g., 50X, 3X+100, 2.15X <sup>2</sup> +5)
1	KopiA	31	24	135X
2	KopiB	27	12	85X
3	KopiC	38	27	51X
4	KopiD	32	28	163X
5	KopiE	51	35	79X
6	KopiF	44	22	79X
7	KopiG	34	27	82X
8	KopiH	39	17	122X
9	KopiI	44	15	155X
10	KopiJ	29	12	75X
Knapsack	Capacity =	3500		

Gambar. 3. *Input Data Knapsack Problem*  
 Sumber: Olahan Data Penulis (2025)

Berdasarkan data *input* yang dimasukkan ke dalam Win-QSB, setiap jenis kopi memiliki jumlah unit, berat per unit, dan nilai keuntungan yang berbeda sesuai dengan data mentah yang diperoleh. Data ini dikombinasikan dengan biaya perjalanan antar-node yang digunakan untuk menentukan jalur distribusi. Metode *Stagecoach Problem* dan *Knapsack Problem* digunakan karena integrasi kedua data yang tersedia berupa biaya perjalanan menjadi dasar optimasi rute dengan biaya minimum, sedangkan data berat dan keuntungan digunakan untuk menentukan kombinasi produk yang memberikan keuntungan maksimal. Dengan demikian, tahap *input* pada Win-QSB merepresentasikan dua parameter optimasi utama, yaitu biaya distribusi minimum dan kapasitas muatan maksimum, yang secara bersamaan digunakan untuk menghasilkan sistem distribusi paling efisien bagi PT MLN.

Stage	From Input State	To Output State	Distance	Cumulative Distance	Distance to P
1	A	C	5	5	40
2	C	H	7	12	35
3	H	K	7	19	28
4	K	M	7	26	21
5	M	P	14	40	14
	From A	To P	Min. Distance	= 40	CPU = -0,01

Gambar. 4. *Output Data Stagecoach Problem*  
 Sumber: Olahan Data Penulis (2025)

Hasil pengolahan data menggunakan metode *Stagecoach Problem* menunjukkan bahwa rute optimal diperoleh melalui jalur A–C–H–K–M–P dengan total biaya minimum sebesar Rp4.000.000. Rute ini dinyatakan optimal karena memiliki kombinasi biaya kumulatif terendah dibandingkan seluruh alternatif jalur lain dalam jaringan distribusi.

Prinsip Dynamic Programming yang digunakan pada tahap ini memastikan bahwa setiap keputusan pemilihan rute diambil berdasarkan nilai minimum dari sub-tahap sebelumnya (*backward recursion*), sehingga solusi akhir merupakan hasil agregasi dari keputusan optimal di setiap tahap. Hasil ini menunjukkan bahwa PT MLN dapat mencapai efisiensi distribusi dengan menetapkan prioritas rute berbasis biaya kumulatif per tahap, bukan sekadar jarak geografis terpendek.

Stage	Item Name	Decision Quantity (X)	Return Function	Total Item Return Value	Capacity Left
1	KopiA	27	135X	3645	2852
2	KopiB	27	85X	2295	2528
3	KopiC	0	51X	0	2528
4	KopiD	31	163X	5053	1660
5	KopiE	0	79X	0	1660
6	KopiF	0	79X	0	1660
7	KopiG	0	82X	0	1660
8	KopiH	39	122X	4758	997
9	KopiI	44	155X	6820	337
10	KopiJ	28	75X	2100	1
	<b>Total</b>	<b>Return</b>	<b>Value =</b>	<b>24671</b>	<b>CPU = 223,99</b>

Gambar. 4. *Output Data Knapsack Problem*  
Sumber: Olahan Data Penulis (2025)

Berdasarkan *output Knapsack Problem* di atas, diperoleh nilai *Decision Quantity* (total karung), *Return Function* (keuntungan per karung), *Total Item Return Value* (keuntungan total per jenis), dan *Total Capacity Left* (kapasitas tersisa). Hasil *running Win-QSB* menunjukkan *Total Return Value* sebesar 24.671, yang merepresentasikan keuntungan maksimum Rp24.671.000 dengan total kapasitas muatan tetap berada di bawah batas maksimum 3.500 kg, karena seluruh data input dinyatakan dalam satuan ribuan rupiah. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi produk kopi yang dipilih menghasilkan rasio keuntungan terhadap berat tertinggi, sesuai dengan prinsip optimasi pada *Dynamic Programming*. Produk dengan nilai keuntungan per kilogram tertinggi diprioritaskan terlebih dahulu untuk dimasukkan ke dalam kapasitas muatan hingga batas maksimum tercapai. Proses ini memastikan bahwa setiap unit berat yang diangkut memberikan kontribusi optimal terhadap total keuntungan distribusi. Solusi yang dihasilkan menunjukkan bahwa alokasi produk yang efisien dapat dicapai tanpa menambah kapasitas angkut maupun biaya tambahan. Dengan demikian, metode *Knapsack Problem* terbukti efektif untuk mendukung PT MLN dalam menentukan strategi pemuatan yang menghasilkan keuntungan maksimum tanpa melampaui batas operasional kendaraan.

Jika dilakukan analisis sensitivitas, perubahan kecil pada kapasitas muatan atau harga jual produk akan memengaruhi kombinasi optimal, namun tidak mengubah prinsip dasar bahwa pemilihan produk dengan rasio keuntungan tertinggi tetap menghasilkan total keuntungan maksimal. Hasil *output* juga menjelaskan bahwa *Dynamic Programming* memberikan stabilitas solusi dalam berbagai kondisi *input*. Sehingga PT MLN dapat mengatur prioritas rute dan alokasi produk berdasarkan efisiensi biaya serta kapasitas angkut yang optimal yang mampu menekan biaya logistik, mempercepat waktu pengiriman, dan meningkatkan kepuasan konsumen secara simultan.



## 5. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode *Dynamic Programming* melalui pendekatan *Stagecoach Problem* dan *Knapsack Problem* dengan bantuan *software* Win-QSB mampu mengoptimalkan proses distribusi produk kopi PT MLN. Hasil perhitungan menghasilkan biaya distribusi minimum sebesar Rp4.000.000 melalui rute A–C–H–K–M–P dan keuntungan maksimum sebesar Rp24.671.000 dengan kapasitas angkut tidak melebihi 3.500 kg. Integrasi kedua metode ini memungkinkan perusahaan menentukan rute dan kombinasi muatan paling efisien secara simultan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi PT MLN dalam perencanaan distribusi berbasis optimasi biaya dan kapasitas, serta membuktikan keunggulan Win-QSB dalam menyelesaikan permasalahan operasional secara lebih cepat, akurat, dan efisien dibandingkan dengan perhitungan manual.

## Pustaka

- [1] A. N. Putri, F. I. Alifin, P. Studi, T. Industri, U. S. Karawang, dan P. Permintaan, “Penerapan Metode Distribution Requirement Planning ( Drp ) Dalam Meminimalisasi Biaya Distribusi Pada Perusahaan Jasa Pergudangan,” *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 10, no. 1, 2025.
- [2] N. K. Ningrat dan E. Aritriyana, “Penerapan Metode Distribution Requirement Planning ( Drp ) Dalam Penjadwalan Distribusi Produk di UKM SB Jaya Ciamis,” *J. Ind. GALUH*, vol. 05, no. 02, hal. 92–105, 2023.
- [3] E. Hosanna dan O. F. Jin, “Optimasi Proyek Repetitif Dengan Metode Dynamic Programming,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, hal. 133–144, 2023, doi: 10.24912/jmts.v6i1.19362.
- [4] M. Ridwan, R. M. Lubis, Z. A. Sirait, dan M. A. P. Siregar, “Menentukan Rute Terpendek dari BNNP-SU ke KEJATISU Menggunakan Metode Dynamic Programming,” *J. IPTEK Bagi Masy.*, vol. 2, no. 3, hal. 127–133, 2023, doi: 10.55537/jibm.v2i3.540.
- [5] R. N. Devita dan A. P. Wibawa, “Teknik-teknik Optimasi Knapsack Problem,” *Sains, Apl. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, hal. 35, 2020, doi: 10.30872/jsakti.v2i1.3299.
- [6] M. Trihudiyatmanto, *Riset Operasional & Penyelesaian Menggunakan Software WinQSB*. 2018.
- [7] E. S. Agustina *dkk.*, *Manajemen Distribusi*. Batam: Yayasan Cendikia Mulia Mandiri, 2023.
- [8] M. Rafi, G. Alethea, F. O. Angkat, dan A. D. Dwipayana, “Proses Distribusi Produk Yang Kaitannya Dengan Biaya Logistik,” *Berk. FSTPT*, vol. 2, no. 1, hal. 162–171, 2024.
- [9] M. H. Suryanto, *Sistem Operasional Manajemen Distribusi*. Jakarta: PT Grasindo, 2016.
- [10] M. F. Ardiansyah dan I. A. S. Wulandari, “Penentuan Dalam Pemilihan Ekspedisi Menggunakan Metode Analytic Processes Network dan Dynamic Programming,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis-JTEKSIS*, vol. 6, no. 2, hal. 347, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.unidha.ac.id/index.php/jteksis>
- [11] S. A. Fitriana dan D. S. Donoriyanto, “Analisis Rute Distribusi Terpendek Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Produk Kansteen Dengan Metode Program Dinamis Di Cv Xyz,” *Ekon. J. Econ. Bus.*, vol. 7, no. 2, hal. 1256–1269, 2023, doi: 10.33087/ekonomis.v7i2.1233.
- [12] K. Saputra S, N. H. Harahap, dan J. S. Sitorus, “Analisis Transportasi Pengangkutan Sampah di Kota Medan Menggunakan Dynamic Programming,” *J.*

- Inform.*, vol. 7, no. 2, hal. 126–130, 2020, doi: 10.31294/ji.v7i2.7921.
- [13] A. Thariq, “PERBANDINGAN PENERAPAN ALGORITMA DYNAMIC PROGRAMMING DENGAN ALGORITMA GREEDY DALAM MENENTUKAN OPTIMASI POSISI PASAR DI SUATU WILAYAH,” *J. Simetrik*, vol. 13, no. 1, hal. 690–696, 2023.
- [14] S. H. C. Sihite, S. G. Rondonuwu, dan T. Takaendengan, “Analisis Sistem Transparansi Sampah Di Kecamatan Wenang Kota Manado Menggunakan Dynamic Programming,” *TEKNO*, vol. 23, no. 92, 2025.
- [15] S. Sathyapriya, S. Swathi, S. Srivarshini, dan P. Bhavatarini, “Dynamic Programming in *Stage Coach Problem* and *Cargo Loading Problem*,” *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 1, hal. 342–348, 2019, doi: 10.32628/ijrst196151.
- [16] A. A. Prasha, C. O. Rachmadi, A. P. Sari, N. G. Raditya, S. L. Mutiara, dan M. Yusuf, “Implementasi Algoritma Greedy dan Dynamic Programming untuk Masalah Penjadwalan Interval dengan Model Knapsack,” *Format J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 2, hal. 166, 2024, doi: 10.22441/format.2024.v13.i2.005.
- [17] A. R. Alamsyah, “Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimasi Pembelian Sembako Sebagai Solusi Dari Knapsack Problem,” *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 6, no. 1, hal. 24–29, 2019, doi: 10.25047/jtit.v6i1.95.
- [18] S. V. Agnezia dan W. Winarno, “Penentuan rute terpendek dalam pengiriman pallet kayu menggunakan programa dinamis,” *J. Ind. Serv.*, vol. 7, no. 2, hal. 221, 2022, doi: 10.36055/jiss.v7i2.13911.
- [19] Y. Laksono, “DALAM KEMASAN DENGAN METODE RUSSEL APPROXIMATION METHODE ( RAM ) ( Studi Kasus : PT . Coca Cola Amatil Indonesia Medan ),” *J. Pelita Inform.*, vol. 7, no. 4, hal. 453–456, 2019.
- [20] J. Jovanović dan D. Perišić, “Application of Educational *Software* Packages for MRP Data Processing,” *10th Int. Sci. Conf. Tech. Informatics, Educ. – TIE 2024*, no. September, hal. 293–300, 2024, doi: 10.46793/tie24.293j.