



Optimasi Biaya Pengiriman Kelapa Menggunakan Model Transportasi

Rani^{1,*}, Ratih Setyo Rini¹, Saddam Hussaen², Ayu Azizah¹

¹Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Manajemen, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta, Indonesia

²Fakultas Teknik dan Informatika, Teknik Komputer, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta, Indonesia

Email: ^{1,*}rani.rxa@bsi.ac.id, ²ratih.rsr@bsi.ac.id, ³saddam.sen@bsi.ac.id, ⁴ayu.azz@bsi.ac.id

Email Penulis Korespondensi: rani.rxa@bsi.ac.id

Abstrak—Permasalahan transportasi biasanya berhubungan dengan pendistribusian barang dan jasa dari berbagai sentra produksi ke beberapa lokasi penjualan atau konsumen. dan pendistribusian buah kelapa sangat penting untuk transportasinya dari 3 gudang yang ada dengan tujuan pasar yang ditentukan dengan nilai awal biaya transportasi sebesar Rp.250.000, dengan menggunakan dan solusi awal biaya transportasi distribusi kelapa menggunakan model NorthWestCorner (NWC) adalah sebesar Rp.82.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.168.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa sebelumnya, model Metode Least Cost (LC) adalah sebesar Rp. 83.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.187.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa, model Metode Metode Vogel Approximation (VAM) adalah sebesar Rp. 86.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.164.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa, metode Vogel Approximation (VAM) adalah sebesar Rp. 86.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.164.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa, jadi dari semua perhitungan untuk mengetahui biaya transportasi, dapat mengoptimalkan biaya transportasi dan juga didapatkan hasil yang berbeda-beda pada setiap metode yang digunakan dari perhitungan yang sudah dijabarkan di atas. Hal ini menyimpulkan bahwa terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menjadi alat transportasi. Pengusaha kelapa harus memikirkan untuk bisa Optimasi biaya, Efisiensi operasional, Fleksibilitas penyesuaian, dari masing masing harga yang di uji coba dalam penelitian ini.

Kata Kunci: Metode Least Cost (LC); NorthWestCorner (NWC); Vogel Approximation (VAM); Metode Stepping Stone; Optimasi; Kelapa

Abstract—Transportation problems are usually related to the distribution of goods and services from various production centers to several sales locations or consumers. and the distribution of coconuts is very important for its transportation from 3 existing warehouses to the specified market destination with an initial transportation cost of Rp. 250,000, using and the initial solution for the transportation cost of coconut distribution using the NorthWestCorner (NWC) model is Rp. 82,000. Having a lower difference of Rp. 168,000 with the previous coconut distribution transportation cost, the Least Cost (LC) Method model is Rp. 83,000. Having a lower difference of Rp. 187,000 with the coconut distribution transportation cost, the Vogel Approximation Method (VAM) model is Rp. 86,000. Having a lower difference of Rp. 164,000 with the coconut distribution transportation cost, the Vogel Approximation (VAM) method is Rp. 86,000. Having a lower difference of Rp.164,000 with the cost of coconut distribution transportation, so from all calculations to find out transportation costs, it can optimize transportation costs and also get different results for each method used from the calculations that have been described above. This concludes that there are several methods that can be used to be a means of transportation. Coconut entrepreneurs must think about being able to optimize costs, operational efficiency, flexibility of adjustment, from each price tested in this study.

Keywords: Least Cost (LC) Method; NorthWestCorner (NWC); Vogel Approximation (VAM); Stepping Stone Method; Optimization; Coconut

1. PENDAHULUAN

Industri perkebunan kelapa memiliki peran yang signifikan dalam perekonomian wilayah Bogor. Kelapa sebagai salah satu komoditas utama dari sektor perkebunan menjadi tulang punggung bagi sejumlah industri di kota ini. Meskipun demikian, tantangan yang dihadapi oleh pelaku industri, khususnya terkait biaya pengiriman kelapa, menjadi faktor kritis yang perlu diatasi untuk menjaga keberlanjutan dan daya saing sektor ini. Bogor, sebagai pusat aktivitas ekonomi dan perdagangan, memiliki lalu lintas distribusi yang kompleks dan dinamis. Biaya pengiriman kelapa menjadi salah satu aspek penting yang dapat memberikan dampak signifikan terhadap keuntungan bersih perusahaan dan keberlanjutan lingkungan agar mendapatkan keuntungan dan tujuan mencari biaya pengingiman secara optimal.

Tujuan transportasi adalah mencari solusi yang optimal untuk memenuhi persyaratan tujuan dalam kapasitas produksi dengan biaya serendah mungkin (Atikah, Tiara, and Perdana 2024). Oleh karena itu, penelitian mengenai optimasi biaya pengiriman kelapa di Bogor menjadi relevan untuk mengidentifikasi strategi yang dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi beban biaya. Selain itu, perkembangan teknologi dan metodologi baru dalam bidang logistik, terutama penggunaan model transportasi, membuka peluang untuk meningkatkan efisiensi dalam rantai distribusi. Model transportasi dapat memberikan solusi cerdas dalam merancang rencana pengiriman yang optimal, mengurangi waktu tempuh, dan meminimalkan biaya operasional.

Kelapa merupakan salah satu komoditas yang cukup penting untuk kebutuhan pangan di Indonesia khususnya untuk masakan berbahan dasar santan dan kelapa parut. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut ongkos kirim kelapa di tingkat pedagang besar kelapa dengan nama pemilik Pak Sardi di wilayah Bogor Raya. Kelapa dipasok dari 3 daerah yaitu Cirebon, Bandung dan Tasikmalaya. Dari ketiga wilayah tersebut, kelapa akan disimpan di 3 gudang yaitu, Ciganitri dancikoneng dan cibatu. Dari ke dua gudang tersebut, kelapa akan didistribusikan ke 3 pasar di Bogor yaitu Pasar Baru Bogor, Pasar Ujung Aspal, Pasar Yasmin. Pengiriman kelapa menggunakan transportasi darat seperti mobil pick up. Biaya pengiriman dihitung berdasarkan jumlahnya per kelapa untuk dikirim ke pasar.



Permasalahan yang ada untuk mendalami dan menganalisis secara komprehensif aspek-aspek penting yang terkait dengan biaya pengiriman kelapa di Bogor. Dengan menerapkan model transportasi sebagai alat analisis, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan strategi pengiriman yang lebih efisien, ekonomis, dan berkelanjutan. Kesuksesan dalam mengoptimalkan biaya pengiriman kelapa di Bogor tidak hanya akan memberikan keuntungan bagi pelaku industri, tetapi juga akan mendukung pertumbuhan ekonomi dan pelestarian lingkungan di wilayah ini

Tiga komponen utama dalam pelaksanaan suatu proyek yaitu biaya, waktu dan mutu. Salah satu unsur terpenting yang perlu di perhatikan adalah biaya, Untuk meminimalkan biaya transportasi dapat diperlukan metode perhitungan yang tepat sehingga dapat memberikan solusi yang optimal. Komponen pengeluaran biaya yang menyangkut permasalahan sebelumnya yaitu biaya pendistribusian bahan material dari tempat pengambilan ke lokasi proyek. Salah satu cara menghitung biaya pendistribusian dengan menggunakan metode transportasi yaitu Kombinasi Metode North West Corner (NWC) dan Metode Modified Distribution (MODI). pada solusi awal dengan menggunakan Metode North West Corner (NWC) sebesar Rp.225.557.334 ,- dan biaya material pada solusi akhir menggunakan Metode Modified Distribution (MODI) sebesar Rp.225.498.786 ,- , jadi didapatkan penghematan biaya sebesar Rp.58.548,- hal ini menandakan bahwa solusi awal dengan menggunakan metode North West Corner sudah mendekati optimal(Soplanit, Dundu, and Mangare 2019)

Untuk mengetahui dan menganalisis waktu pengiriman yang optimal, untuk mengetahui dan menganalisis solusi awal untuk biaya transportasi menggunakan metode North West Corner, Least Cost, dan Vogel's Approximation Method(VAM) untuk solusi awal, untuk mengetahui dan menganalisis pengoptimalan biaya pengiriman barang menggunakan Stepping Stone dan Modified Distribution pada perusahaan PT. Sera Banyu Urip Ciputat Tangerang Selatan, Untuk populasi penelitian pada PT. Sera Banyu Urip Tangerang Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah menggunakan metode transportasi mengalami kenaikan yang sangat signifikan untuk pengiriman setiap kendaraan yang dimana mengalami kenaikan dalam pengiriman, dan biaya menjadi lebih efisien(Nurhayana 2023).

Ketidapastikan alokasi pendistribusian produk rantai roda tipe-428 mengakibatkan tingginya biaya transportasi sehingga perlu dilakukan pengoptimalan biaya transportasi untuk mengurangi pemborosan. Pendistribusian produk rantai roda tipe-428 ke beberapa customer. Pendistribusian produk rantai roda tipe-428 ke beberapa customer dengan permintaan masing-masing customer yang berbeda dan jumlah yang besar dengan rata-rata permintaan terbesar customer adalah 234.609, dilakukan guna menemukan solusi optimal untuk menemukan biaya transportasi yang optimal. Metode yang digunakan pada penelitian ini metode North West Corner (NWC), Least Cost, dan Vogel Approximation (VAM), dengan metode yang terpilih adalah Least Cost dan VAM karena biaya yang dihasilkan oleh kedua metode tersebut yang paling optimum dan menghasilkan total biaya yang sama, mencari solusi optimum dengan membandingkan biaya yang optimum menggunakan metode Stepping Stone dan metode MODI (Modified Distribution). Hasil dari pencarian solusi optimum dengan kedua metode ini didapatkan hasil yang sama sehingga dipilih metode stepping stone untuk mencari solusi optimum, dilakukan pengecekan dengan menggunakan software LINGO untuk mengetahui hasil yang didapatkan dari perhitungan manual sudah sesuai, hasil perhitungan yang dilakukan didapatkan penurunan biaya sebesar 33,17% (Ilahy Rosihan et al. 2022)

Pelaksanaan suatu proyek biaya merupakan salah satu komponen yang sangatlah penting sehingga biaya yang dikeluarkan haruslah seoptimal mungkin, proses pendistribusian material merupakan aspek yang sangat penting sehingga perlu direncanakan dengan sebaik mungkin karena akan sangat berpengaruh terhadap biaya proyek keseluruhan seperti peningkatan biaya proyek yang dapat terjadi terutama jika proyek yang ditangani terdiri dari beberapa proyek dan membutuhkan material dalam jumlah yang besar, perbedaan jarak antara proyek dan sumber material, perbedaan harga material di setiap sumber membuat pemilik proyek harus menentukan suatu cara agar material yang dibutuhkan dapat diperoleh dan dengan biaya yang optimal, untuk itu maka diperlukan metode-metode transportasi yang tepat untuk mengatasi masalah ini yaitu seperti Metode North West Corner, Metode Least Cost dan Metode Stepping Stone. Dari hasil analisis diperoleh biaya untuk material spandek pada metode awal North West Corner yaitu sebesar Rp. 70.352.000,- dan setelah diuji dengan metode Stepping Stone didapatkan bahwa biaya tersebut sudah optimal, biaya yang didapat lebih optimal dari metode Least Cost yang juga diuji dengan metode Stepping Stone yaitu sebesar Rp. 70.387.000,- sehingga dapat disimpulkan bahwa ini metode North West Corner dengan pengujian akhir metode Stepping Stone adalah metode yang tepat untuk digunakan pada permasalahan ini (Ezra O. W. Kolopita 1, Arnold Umboh, Nadya V. V. Kamasi 2024)

Optimalisasi digunakan sebagai pendekatan normatif yang dapat mengidentifikasi solusi terbaik untuk suatu masalah yang ditujukan pada titik maksimal atau minimal dari fungsi tujuan. Setiap perusahaan berusaha untuk mencapai kondisi optimum dengan berusaha mencapai nilai maksimal dari keuntungan atau mencapai nilai minimal biaya produksi (Datupalinge, Salsa, and Alifa 2022)

Distribusi adalah laba terpenting yang diterima perusahaan karena distribusi dipengaruhi secara langsung biaya rantai pasokan dan kebutuhan konsumen, jaringan distribusi yang sesuai dapat digunakan untuk memenuhi persyaratan rantai pasokan yang berbeda dimulai dengan biaya rendah dan tanggung jawab yang tinggi untuk permintaan konsumen, kondisi pengiriman yang sama di tempat (penempatan), yaitu distribusi atau penempatan barang (produk) oleh produsen konsumen Pergerakan material terjadi di semuanya siklus proses pembuatan produk, dulu dan setelah proses produksi (Andriani and Cipta 2023).

Pasar adalah tempat bertemunya antara penjual dan pembeli dan melakukan transaksi barang atau jasa. Pasar merupakan sebuah mekanisme pertukaran barang dan jasa yang alamiah dan telah berlangsung sejak awal peradaban manusia (Mukaromah 2020).

Metode transportasi adalah salah satu bentuk metode Linear Programming (LP), yang tujuannya untuk memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya (Andriani and Cipta 2023). Seorang untuk memperoleh suatu barang atau jasa harus mengeluarkan uang sejumlah tertentu, pengeluaran uang sejumlah tertentu untuk mendapatkan barang itu adalah biaya (Sunarmi, Alfriadi Dwi Atmoko 2024). Metode transportasi adalah suatu metode memecahkan masalah yang bertujuan untuk meminimalisasi biaya pengiriman produk dari beberapa sumber ke beberapa tujuan (Purba, Sembiring, and Nababan 2024).

Metode transportasi merupakan salah satu bentuk program linear matematika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah distribusi dari beberapa sumber produk dengan kapasitas terbatas menuju beberapa tujuan yang meminta dengan jumlah tertentu agar dapat mengoptimalkan pendistribusian dengan tujuan mengoptimalkan biaya distribusi (Farhan Zhafir et al. 2024).

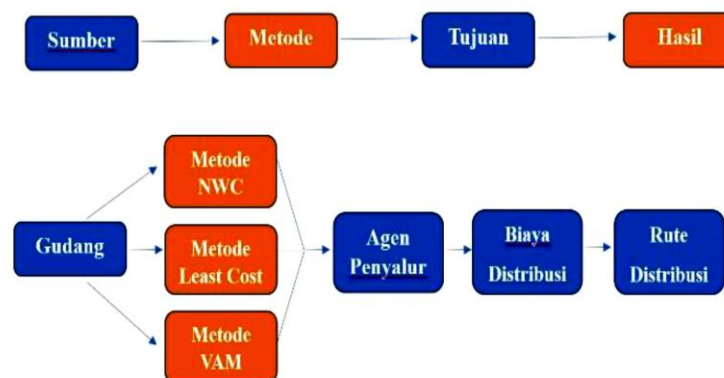
Metode transportasi merupakan suatu metode yg dipakai untuk menghitung biaya distribusi menurut asal yang menyediakan produk-produk yang sama ke lokasi tujuan secara optimal menggunakan biaya minimum (Andriani and Cipta 2023)

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pengumpulan data

Penelitian melibatkan beberapa langkah seperti sumber data, metodologi, tujuan, dan hasil seperti yang disajikan pada Gambar 1. Variabel biaya transportasi yang dianalisis meliputi biaya perjalanan dari gudang ke agen utama dan biaya transportasi yang dikeluarkan selama proses ekspedisi. Penerapan model transportasi bertujuan untuk mengoptimalkan biaya pendistribusian sehingga dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan dengan meminimalkan biaya yang dikeluarkan. Penelitian ini dilaksanakan untuk menyelesaikan biaya pengiriman kelapa pada tingkatan pedagang grosir kelapa dengan nama pemilik Pak Yayan berlokasi di daerah Bandung. Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu:

1. Wawancara merupakan metode yang dilakukan dengan cara tatap muka mengajukan pertanyaan secara langsung dengan pemilik grosir kelapa yang berkaitan langsung dengan data yang diperlukan terkait penelitian biaya pengiriman kelapa yaitu data ongkos pengiriman, supply dari gudang dan demand dari tiap pasar yang akan dikirim kelapa.
2. Observasi merupakan sebuah metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung dengan cara melihat dan mengumpulkan data di lapangan yang diperlukan terkait penelitian biaya pengiriman kelapa yaitu melihat lokasi gudang penyimpanan kelapa dan lokasi pasar untuk dikirim kelapa



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Penjelasan dari gambar 1 dari sumber pemilikan kelapa dan dengan metode pengumpulan data dan mempunyai tujuan penelitian serta memiliki hasil penelitian. Permasalahan transportasi dapat diatasi dengan berbagai cara. Gambar 1 memperlihatkan berbagai metode dalam pemecahan masalah transportasi. Metode transportasi terdiri dari tiga jenis utama, diantaranya meliputi Metode North West Corner (NWC), Metode Least Cost (LC), dan Vogel's Approximation Method (VAM). (Farhan Zhafir et al. 2024)

2.2 Metodologi yang di gunakan dalam penelitian

2.2.1 Metode Nortwest Corner (NWC)

Penelitian ini menggunakan metode Northwest Corner (NWC) dalam melakukan pengolahan data. Metode ini digunakan untuk pemilihan alokasi biaya transportasi yang lebih sedikit, sumber dan lokasi tujuan diurutkan dari sisi kiri ke kanan dan dari atas ke bawah dalam peta data matriks. Cara penghitungan biaya transportasi dengan



menggunakan metode NWC sesuai dengan namanya dimulai dari sisi kiri atas, kemudian bergerak ke kiri atau ke bawah sesuai dengan kapasitas produksi sumber (supply) dan atau permintaan tujuan (demand). Metode North West Corner merupakan bagian dari metode transportasi dalam menentukan rute pengiriman dari lokasi supply menuju lokasi demand. (Ranti, Bayhaqi, and Rahmatika 2022).

Metode Northwest Corner (NWC) adalah salah satu metode transportasi yang paling mudah dilakukan, tetapi hasilnya belum tentu optimal, untuk itu program Lingodigunakan untuk mendapatkan hasil yang optimal. (Azis et al. 2021). Metode North West Corner (NWC) adalah salah satu metode transportasi yang paling mudah dilakukan, tetapi hasilnya belum tentu optimal. Metode North West Corner (NWC) ini, sumber dan lokasi tujuan diurutkan dari sisi kiri ke kanan dan dari atas ke bawah dalam peta data matriks (Safari, Ceffi, and Suprpto 2020)

2.2.2 Metode Least Cost (LC)

Prosedur pemecahan awal persoalan transportasi bila menggunakan metode biaya terkecil atau terendah adalah mengalokasikan setinggi mungkin sejumlah komoditas pada sel yang memiliki biaya unit terkecil yang sama maka pilih salah satunya secara seimbang, dan melakukan pengisian kotak yang memiliki biaya transportasi terkecil. Jika terdapat lebih dari satu kotak yang memiliki biaya transportasi terkecil, maka dipilih kotak yang memiliki alokasi paling besar terlebih dahulu. Metode biaya terendah atau metode Least Cost adalah teknik dalam model transportasi yang mencari solusi utama dengan alokasi produk pertama pada biaya transportasi yang paling minimal (Rianner Anjutami¹, Dhea Firda Y Arsyad², Riski Sulobua³ 2024)

Metode Least Cost (LC) adalah pendekatan yang mengoptimalkan transportasi dengan memberikan prioritas pada rute yang paling murah. Metode ini melibatkan pencarian sel dengan biaya terendah di seluruh matriks dan membuat alokasi semaksimal mungkin, yang biasanya merupakan nilai minimum antara permintaan dan penawaran untuk sel tertentu yang dipilih (Farhan Zhafir et al. 2024).

2.2.3 Metode Vogel Approximation (VAM)

Metode heuristik yang digunakan dalam pemecahan masalah transportasi. Metode ini dapat digunakan untuk mendekati solusi awal yang baik dengan cepat. Metode Vogel Approximation dapat memberikan solusi awal yang baik untuk masalah transportasi, terutama ketika solusi optimal diperlukan dengan cepat. Namun, perlu dicatat bahwa metode ini adalah metode heuristik dan dapat memberikan solusi yang mendekati optimal, namun tidak selalu optimal secara mutlak, melakukan pengisian kotak yang memiliki nilai penalti pada baris/kolom yang terbesar dan lakukan alokasi distribusi dengan maksimum. Jika memiliki lebih dari satu nilai penalti pada baris/kolom yang terbesar, maka pilih yang memiliki nilai transportasi terkecil dan mengalokasikannya sebanyak mungkin

Prinsip VAM didasarkan pada konsep biaya penalti. Biaya penalti didefinisikan sebagai selisih antara biaya transportasi terkecil pertama dan biaya terkecil berikutnya pada sel di baris atau kolom (Ratnasari, Yuniarti, and Purnamasari 2019)

2.2.4 Metode Stepping Stone

Hasil yang diperoleh dari pengolahan data menggunakan metode Northwest Corner (NWC) berupa solusi layak, dilakukan pengolahan data menggunakan metode Stepping Stone yang digunakan untuk pemilihan alokasi optimal agar biaya transportasi menjadi lebih irit, yang menghitung kotak kosong dengan cara menentukan lintasan loopnya dan menghitung nilai dari biaya transportasinya. Alokasikan sebanyak mungkin ke kotak yang memiliki nilai loopnya negatif untuk menurunkan biaya transportasi. Jika tidak ada nilai negatif, maka tabel tersebut telah optimum. Hasil dari perhitungan Solusi Awal yang terpilih kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan stepping stone.

Pengujian optimalisasi metode transportasi menggunakan metode Stepping Stone. Metode ini menghasilkan pemecahan yang layak terkait dengan biaya-biaya operasi dalam transportasi (Nugroho Dimasuharto Ade Momon Subagyo 2021) Metode Stepping Stone adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan pemecahan layak bagi masalah transportasi dengan biaya-biaya operasi (biaya pabrik dan biaya transportasi) sehingga mendapatkan biaya pengiriman relatif. (Fahmi 2020)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat ini Sufarm berfokus untuk memasok berbagai jenis tauge dan jamur yang berkualitas bagi konsumen dan memenuhi kebutuhan *B2B market* seperti *E-commerce*, pasar tradisional, restoran, dan *supermarket*. Produk tauge ditempatkan di dalam gudang Sufarm yang berlokasi di dua tempat berbeda, yaitu Parung dan Cihowe yang akan disalurkan ke tiga agen. Pengiriman tauge oleh Sufarm dilakukan dengan menggunakan transportasi darat, khususnya mobil *pick up*. Permasalahan yang ada pada perusahaan Sufarm yaitu jadwal, rute, jarak pengiriman, dan biaya pengiriman yang dinilai kurang optimal. Hal tersebut menjadikan rute pengiriman, jadwal pengiriman, dan jarak pengiriman menjadi tidak beraturan sehingga menyebabkan biaya distribusi menjadi tinggi. Oleh karena itu, pada penelitian ini penentuan rute pengiriman barang yang optimal berdasarkan biaya distribusi pengirimannya. Biaya pengiriman dikalkulasikan berdasarkan jarak antara gudang menuju agen dengan tiga model transportasi, yaitu metode *Least Cost*, *North West Corner*, dan *Metode Vogel's Approximation*. Hasil Perhitungan biaya distribusi metode *Least*



Cost sebesar Rp268.889, metode *North West Corner* sebesar Rp225.556, dan metode *Vogel's Approximation* sebesar Rp268.889(Farhan Zhafir et al. 2024).

PT. Asm Mobil akan mengoptimalkan semua pengeluaran termasuk biaya distribusi material service yang pada kasus ini menggunakan satu produk pelumas mesin yang memiliki tingkat penjualan yang relatif stabil, untuk memecahkan permasalahan maka menggunakan metode *Vogel's Approximation Method* dan metode *stepping stone* untuk menghitung biaya optimum secara manual lalu selanjutnya peneliti mengaplikasikan metode *stepping stone* pada software Lingo untuk memverifikasi hasil perhitungan manual tadi supaya didapat hasil yang benar-benar optimal. Perusahaan saat ini menggunakan metode sederhana dengan mengacu pada ongkos terendah tanpa memperhitungkan kuantitas barang yang dikirim sehingga biaya distribusi material yang dikeluarkan saat ini sebesar Rp 5,454,360.00 sedangkan hasil perhitungan menggunakan metode transportasi dan diverifikasi software Lingo didapat biaya optimumnya sebesar Rp 5,451,800.00 atau 0,99% lebih optimum dibanding metode yang dipakai saat ini.(Nugraha and Fauzi 2020).

Hasil perhitungan biaya transportasi yang dilakukan secara konvensional dari gudang grosir kelapa di Bogor yang terletak Ciganitri dan Cikoneng , Cibatu ke pasar Baru bogor dan Pasar Ujung Aspal, pasar Yasmin menghasilkan biaya transportasi sebesar Rp 250.000. Biaya transportasi pengiriman buah kelapa dari tiap gudang ke tujuan tiap pasar, biaya transportasi yang digunakan yaitu dihitung per 1 butir buah kelapa. Penerapan model transportasi pada industri pengiriman kelapa di Bogor bertujuan untuk mengoptimalkan biaya pengiriman dan meningkatkan efisiensi dalam rantai pasok. Berikut adalah biaya transportasi per 1 butir kelapa.

Tabel 1. Biaya transportasi perbutir 1 butir kelapa(Rupiah/Butir)

Sumber	Tujuan		
	Pasar baru bogor	Pasar Ujung Aspal	Pasar Yasmin
Ciganitri	50	70	60
Cikoneng	30	60	20
Cibatu	90	50	15

Penjelasam dari tabel 1 sumber atau gudang masing msing yaitu

1. Ciganitri Harga pengirim kelapa ke pasar baru bogor dengan jumlah Rp 50 dan ke pasar ujung Aspal dengan jumlah RP 70, ke pasar Yasmin dengan jumlah Rp 60
2. Cikoneng harga pengirim kelapa ke pasar baru bogor dengan jumlah Rp 30 dan ke pasar ujung Aspal dengan jumlah Rp 60, ke pasar Yasmin dengan jumlah Rp 20
3. Cibatu harga pengirim kelapa ke pasar baru bogor dengan jumlah Rp 90 kelapa dan ke pasar ujung Aspal dengan jumlah Rp 50, ke pasar Yasmin dengan jumlah Rp 15

3.1 Metode Northwest Corner (NWC)

Data keseluruhan supply dari ketiga gudang dan demand dari tiap masing-masing pasar dengan biaya transportasi yang berasal dari masing-masing gudang menuju masing-masing pasar.

Tabel 2. Keseluruhan Data Supply dan Demand

Sumber/ Gudang	Tujuan			Supply
	Pasar Baru Bogor	Pasar Ujung Aspal	Pasar Yasmin	
Ciganitri	700	X	X	700
Cikoneng	50	70	60	1200
	200	300	700	
Cibatu	30	60	20	600
	X	X	600	
Demand	900	300	1300	2500

Penjelasam tabel 2 untuk mencari nilai dari NorthWestCorner(NWC)

Total =

$$\begin{aligned}
 & (Supply\ Ciganitri\ ke\ Pasar\ Baru\ Bogor\ x\ Biaya) + (Supply\ Cikoneng\ ke\ Pasa\ Baru\ Bogor\ x\ Biaya) + \\
 & (Supply\ Cikoneng\ ke\ Pasar\ Ujung\ aspal\ x\ Biaya) + (Supply\ Cikoneng\ ke\ Pasar\ Yasmin\ x\ Biaya) + \\
 & (Supply\ Cibatu\ ke\ Pasar\ Yasmin\ x\ Biaya) = (700x50) + (200x30) + (300x60) + (700x20) + (600x15) = \\
 & 35000 + 6000 + 18.000 + 14000 + 9000 = 82.000
 \end{aligned}$$

Pada hasil perhitungan dapat diketahui isolusi awal biaya transportasi distribusi kelapa menggunakan model NorthWestCorner(NWC) adalah sebesar Rp.82.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.168.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa sebelumnya dimana sebesar Rp.250.000

3.2 Metode Least Cost (LC)

Penjelasam tabel 2 Motode Least Cost (LC) sebagai berikut :



Total =

$$\begin{aligned}
 & (\text{Gudang Cganitri ke pasar baru bogor} \times \text{biaya}) + (\text{gudang ciganitri ke basar ujung Aspal} \times \text{biaya}) + \\
 & (\text{gudang cikoneng ke pasar baru bogor} \times \text{biaya}) + (\text{gudang Cikoneng ke pasar yasmin} \times \text{biaya}) + \\
 & (\text{gudang cibatu ke pasar pasar yasmin} \times \text{biaya}) = (400 \times 50) + (300 \times 70) + (500 \times 30) + (700 \times 20) + \\
 & (600 \times 15) = 2.000 + 21000 + 15000 + 14.000 + 9.000 = 63000
 \end{aligned}$$

Pada hasil perhitungan dapat diketahui isolusi awal biaya transportasi distribusi kelapa menggunakan model Metode Least Cost (LC) adalah sebesar Rp. 83.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.187.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa sebelumnya dimana sebesar Rp.250.000

Tabel 2. Keseluruhan dengan metde least cost

Sumber/ Gudang	Tujuan					Supply
	Pasar Baru Bogor	Pasar Ujung Aspal	Pasar Yasmin			
Ciganitri	400	300	x			700
		70	60			
Cikoneng	500	X	700			1200
		30	60	20		
Cibatu	x	X	600			600
		90	50	15		
Demand	900	300	1300			2500

3.3 Metode Vogel Approximation (VAM)

Tabel 3. keseluruhan dengan metode Metode Vogel Approximation (VAM)

Sumber/ Gudang	Tujuan					Supply
	Pasar Baru Bogor	Pasar Ujung Aspal	Pasar Yasmin			
Ciganitri	x	x	700			700
		50	70	60		
Cikoneng	900	300	x			1200
		30	60	20		
Cibatu	x	x	600			600
		90	50	15		
Demand	900	300	1300			2500

Penjelasan dari tabel 3 metode Vogel Approximation (Vam) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total} & = \text{Gudang Ciganitri ke pasar yasmin} \times \text{biaya}) + (\text{gudang cikoneng ke pasar baru bogor} \times \text{biaya}) + \\
 & (\text{gudang cikoneng ke pasar pasar ujung aspal} \times \text{biaya}) + (\text{gudang cibatu ke pasar yasmis} \times \text{biaya}) = \\
 & (700 \times 60) + (900 \times 30) + (300 \times 60) + (600 \times 15) = 32000 + 27000 + 18000 + 9000 = 86.000
 \end{aligned}$$

Pada hasil perhitungan dapat diketahui isolusi awal biaya transportasi distribusi kelapa menggunakan model Metode Metode Vogel Approximation (VAM) adalah sebesar Rp. 86.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.164.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa sebelumnya dimana sebesar Rp.250.000

3.4 Metode Stepping Stone

Dalam metode Stepping Stone ada beberapa tahapan yaitu :

a. Tahap Pertama

Tabel 4. Alokasi Tahapan pertama

Sumber/ Gudang	Tujuan					Supply
	Pasar Baru Bogor	Pasar Ujung Aspal	Pasar Yasmin			
Ciganitri	700	x	70	x	60	700
Cikoneng	200	300	60	700	20	1200
cibatu	x	x	50	600	15	600
	900	300		1300		2500

Penjelasan dari tabel 4 alokasi tahapan pertama yaitu:

1. Gudang Ciganitri ke Pasar Ujung aspal = $70 - 50 + 30 - 60 = - 10$ (negatif terbesar)
2. Gudang Ciganitri ke pasar yasmin = $60 - 50 + 30 - 20 = 20$
3. Gudang Cibatu ke pasar baru bogor = $90 - 15 + 20 - 30 = 65$
4. Gudang Cibatu ke pasar ujung aspal = $50 - 15 + 20 - 60 = - 5$

b. Tahapan kedua



Tabel 5. Alokasi tahapan kedua

Sumber/ Gudang	Tujuan						Supply
	Pasar Baru Bogor		Pasar Ujung Aspal		Pasar Yasmin		
Ciganitri	700	50	x	70	x	60	700
Cikoneng	200	30	x	60	900	20	1200
cibatu	x	90	300	50	300	15	600
Demand	900		300		1300		2500

Penjelasan dari Tabel 5 atas alokasi tahapan kedua sebagai berikut :

1. Ciganitri ke pasar Yasmin = $60-50+30-20=60$
2. Cikoneng ke pasar ujung = $60-20+15-50=5$
3. Cikoneng ke pasar Baru bogor = $90-15+20-30=65$

Tabel 6. Keluruhan data dengan model Stepping Stone

Sumber/ Gudang	Tujuan						Supply
	Pasar Baru Bogor		Pasar Ujung Aspal		Pasar Yasmin		
Ciganitri	700		x		X		700
		50		70		60	
Cikoneng	200		x		900		1200
		30		60		20	
Cibatu	X		300		300		250
		90		50		15	
	900		300		1200		2500

Penjelasa tabel 4 untuk mencari Metode Stepping Stone yaitu:

Total =

$$\begin{aligned}
 & (\text{Gudang Ciganitri ke Pasar Bari bogor } x \text{ biaya}) + (\text{Gudang Ciganitri ke Pasar ujung Aspal } x \text{ biaya}) + \\
 & (\text{Gudang Cikoneng ke pasar Baru Bogor } x \text{ biaya}) + (\text{Cikoneng ke pasar yasmin}) + \\
 & (\text{gudang cibatu ke pasar Yasmin } x \text{ biaya}) = (700x50) + (200x30) + (900x20) + (300x50) + \\
 & (300x15) = 35.000 + 6000 + 18000 + 15000 + 45000 = 119.000
 \end{aligned}$$

Pada hasil perhitungan dapat diketahui isolusi awal biaya transportasi distribusi kelapa menggunakan model Metode Stepping Stone adalah sebesar Rp.119.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.131.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa sebelumnya dimana sebesar Rp.250.000. Hasil dari penelitian dengan adanya 4 metodologi menghasilkan nilai yang sangat rendah dengan nilai biaya transportasi awalnya dan juga bisa ada keuntungan penggunaan model transportasi yaitu

1. Optimasi biaya membantu mengoptimalkan alokasi sumber daya dan rute pengiriman, menghasilkan solusi yang dapat mengurangi biaya pengiriman kelapa secara signifikan
2. Efisiensi operasional
Operasional pengiriman dapat menjadi lebih efisien karena rute yang dihasilkan cenderung lebih singkat dan lebih efisien dari segi waktu dan biaya.
3. Penyederhanaan keputusan
Menyediakan kerangka kerja matematis yang dapat menyederhanakan proses pengambilan keputusan terkait dengan alokasi sumber daya dan perencanaan rute.
4. Fleksibilitas penyesuaian
Dapat diubah dan disesuaikan dengan perubahan kondisi pasar atau kebijakan perusahaan, memberikan fleksibilitas untuk menyesuaikan strategi pengiriman

4. KESIMPULAN

Selama ini permasalahan tentang proses untuk pendistribusian buah kelapa sangat penting untuk transportasinya dari 3 gudang yang ada dengan tujuan pasar yang ditentukan dengan nilai awal biaya transportasi sebesar Rp.250.000 , dengan menggunakan dan solusi awal biaya transportasi distribusi kelapa menggunakan model NorthWestCorner (NWC) adalah sebesar Rp.82.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.168.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa sebelumnya, model Metode Least Cost (LC) adalah sebesar Rp. 83.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.187.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa, model Metode Metode Vogel Approximation (VAM) adalah sebesar Rp. 86.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.164.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa ,metode Vogel Approximation (VAM) adalah sebesar Rp. 86.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.164.000 dengan biaya transportasi distribusi kelapa, model Metode Stepping Stone adalah sebesar Rp.119.000. Memiliki selisih lebih rendah Rp.131.000 dengan biaya transportasi distribusi, jadi dari semua perhitungan untuk mengetahui biaya transportasi, dapat mengoptimalkan biaya transportasi dan juga didapatkan hasil yang berbeda-beda pada ssetiap metode yang digunakan



dari perhitungan yang sudah dijabarkan di atas. Hal ini menyimpulkan bahwa terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menjadi alat transportasi. Pengusaha kelapa harus memikirkan untuk bisa Optimasi biaya, Efisiensi operasional, Fleksibilitas penyesuaian, dari masing masing harga yang di uji coba dalam penelitian ini

REFERENCES

- Andriani, Poppy, and Hendra Cipta. 2023. "Optimasi Biaya Distribusi Kusen Pintu Menggunakan Model Transportasi Northwest Corner Method, Russel Approximation Method, Dan Stepping Stone." *Jurnal Media Informatika Budidarma* 7(1): 58. <http://stmik-budidarma.ac.id/ejurnal/index.php/mib/article/view/5224/3206>.
- Atikah, Atikah, Tiara Tiara, and Surya Perdana. 2024. "Analisis Biaya Transportasi Dalam Pendistribusian Singkong Menggunakan Metode Northwest Corner Dan Least Cost." *eCo-Fin* 6(2): 258–68.
- Azis, Muhammad Masduki, Erick Firmansyah, Aufa Nurfathi Rizqullah, and Muchammad Fauzi. 2021. "Implementasi Metode North West Corner Dan Program Lingo Pada Pengiriman Barang Di Pt. Nushel Jaya Mandiri (Umama Scraf)." *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri* 1(1): 35–51.
- Datupalinge, Bangkit Ayatullah, Arda Geby Ayu Salsa, and Ripda Alifa. 2022. "Optimalisasi Umkm Menggunakan Pendekatan Triple-Helix Terhadap Upaya Pemulihan Ekonomi Nasional Pasca Covid-19." *Jurnal Acitya Ardana* 2(1): 52–61.
- Ezra O. W. Kolopita1, Arnold Umboh, Nadya V. V. Kamasi, Victor wuwung. 2024. "Analisis Perbandingan Metode North West Corner Dan Least Cost Dengan Pengujian." *SAINTEK* 04(01): 25–34.
- Fahmi, Fanny Okfiyany. 2020. "Penerapan Metode Stepping Stone Untuk Transportasi Pengiriman Barang Pada CV. Mitra Trans Logistics." *Majalah Ilmiah INTI, Volume 12, Nomor 2, Mei 2017 ISSN 2339-210X* 12(2): 173–77. jurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/inti/article/view/421/369.
- Farhan Zhafir et al. 2024. "Optimalisasi Biaya Pendistribusian Produk Tauge Moyashi Pada Cv Sumber Urip Farm Menggunakan Model Transportasi." *Jurnal Logistica* 2(2): 66–74.
- Ilahy Rosihan, Rifda et al. 2022. "Optimasi Biaya Transportasi Rantai Roda Tipe-428 Dengan Metode Stepping Stone Dan Modified Distribution." *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* 7(2): 40–47. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89366849/v7i2ilahy-libre.pdf?1659926546=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DOptimasi_Biaya_Transportasi_Rantai_Roda.pdf&Expires=1731726131&Signature=Br0QjPyzu8hFy5CtcVE3CjJeqx6Zio5Rcf3mi4nP1IX88kMivaDb.
- Mukaromah, Ni'matul Fitriah. 2020. "Pasar Persaingan Sempurna Dan Pasar Persaingan Tidak Sempurna Dalam Perspektif Islam." *PROFIT: Jurnal Kajian Ekonomi dan Perbankan Syariah* 4(2): 1–16.
- Nugraha, Singgih, and Mochammad Fauzi. 2020. "Pengaplikasian Metode Stepping Stone Pada Software Lingo Untuk Mencari Optimasi Biaya (Studi Kasus Di PT Asm Mobil) The Application of Stepping Stone Method in Lingo Software for Optimizing Cost (Case Study at PT Asm Mobil)." *Journal of Integrated System* 3(1): 49–58.
- Nugroho Dimasuharto Ade Momon Subagyo, Risma Fitriani. 2021. "Optimalisasi Biaya Pendistribusian Produk Kaca Menggunakan Model Transportasi Dan Metode Stepping Stone.Pdf." *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya* 7(2): 81–88. <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/3513/1845>.
- Nurhayana, Cepi. 2023. "Penerapan Metode Transportasi Untuk Mengoptimalkan Waktu Pengiriman Produk Pada PT. Sera Banyu Urip." *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 4(1): 556–71.
- Purba, Daphot Pardamean, Anita Christine Sembiring, and Ronny Allan Nababan. 2024. "Perencanaan Distribusi Ayam Menggunakan Metode Transportasi Pada UD . Wastu." *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research* 4(4): 15517–37.
- Ranti, Nopiya, Imam Bayhaqi, and Daumi Rahmatika. 2022. "Penentuan Rute Dan Biaya Transportasi Tandan Buah Segar Dengan Metode North West Corner." *Jurnal Teknik Mesin dan Industri (JuTMI)* 1(2): 37–43.
- Ratnasari, Yuli, Desi Yuniarti, and Ika Purnamasari. 2019. "Optimasi Pendistribusian Barang Dengan Menggunakan Vogel's Approximation Method Dan Stepping Stone Method (Studi Kasus : Pendistribusian Tabung Gas LPG 3 Kg Pada PT . Tri Pribumi Sejati)." *Jurnal EKSPONENSIAL* 10(2): 165–74. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/575>.
- Rianner Anjutamil, Dhea Firda Y Arsyad2 , Riski Sulobua3, Heru Sutejo4. 2024. "Optimasi Biaya Pengiriman Dan Distribusi Pada Pabrik Cat Tembok Nippon Paint Menggunakan Metode Nwc Dan Least Cost." *Tamilis Synex: Multidimensional Collaboration* 2(01): 318–22. <https://edujavare.com/index.php/TLS/article/view/356%0Ahttps://edujavare.com/index.php/TLS/article/download/356/301>.
- Safari, Lusi Mustika, Muhamad Syafii Ceffi, and Muliadi Suprpto. 2020. "Optimasi Biaya Pengiriman Beras Menggunakan Model Transportasi Metode North West Corner (Nwc) Dan Software Lingo." *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan* 6(3): 184–89.
- Soplanit, Priscilla P G, A K T Dundu, and Jantje B Mangare. 2019. "Optimasi Biaya Distribusi Material Dengan Kombinasi Metode Nwc (North West Corner) Dan Modi (Modified Distribution) Pada Proyek Pembangunan Jembatan Di Sulawesi Utara." *Jurnal Sipil Statik* 7(12): 1633–40.
- Sunarmi, Alfriadi Dwi Atmoko, Rita Yuniarti. 2024. *Αγαη Akutansi Biaya Perencanaan Dan Pengendalian*. 1st ed. ed. Miko Andi Wardana. Bali: CV Intelektual Manifes Media.