

OPTIMALISASI BIAYA TRANSPORTASI PENDISTRIBUSIAN TEMPE MENGGUNAKAN METODE LEAST COST (STUDI KASUS: UMKM RUMAH TEMPE)

Julio Alexsander Ap, Elia Mando Wanggai, Marcella Putri Pentury, Tirsia Meirah
Pontoh, Heru Sutejo

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi,
Universitas Sepuluh November Papua
julioalexanderap71@gmail.com

ABSTRAK

Distribusi merupakan bagian penting dalam sistem logistik yang memengaruhi efisiensi biaya operasional, khususnya pada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di sektor pangan. Penelitian ini dilakukan pada UMKM Rumah Tempe Barokah Jaya di Kota Jayapura yang memproduksi 650 bungkus tempe per hari dan melakukan pengiriman dua kali sehari: 300 bungkus pada pagi hari dan 350 bungkus pada sore hari. Produk tempe didistribusikan ke tiga titik tujuan, yaitu pasar tradisional, usaha katering, dan pedagang keliling. Tantangan utama yang dihadapi adalah tingginya biaya distribusi, terutama karena variasi jarak antar tujuan. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan total biaya transportasi dengan menggunakan metode Least Cost. Penyelesaian dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka optimasi linear PuLP untuk menentukan alokasi pengiriman yang efisien berdasarkan matriks biaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode ini mampu mengalokasikan pengiriman secara optimal sesuai kapasitas dan kebutuhan masing-masing tujuan, sehingga total biaya distribusi dapat diminimalkan.

Kata Kunci: Transportasi, Distribusi, Minimasi biaya, UMKM, Least Cost Method

ABSTRACT

Distribution is an important part of the logistics system that affects operational cost efficiency, especially for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in the food sector. This study was conducted at the MSME Rumah Tempe Barokah Jaya in Jayapura City, which produces 650 packs of tempeh per day and delivers twice a day: 300 packs in the morning and 350 packs in the evening. The tempeh products are distributed to three destination points: traditional markets, catering businesses, and mobile vendors. The main challenge faced is the high distribution costs, particularly due to the varying distances between destinations. This study aims to minimize total transportation costs using the Least Cost Method. The solution was implemented using Python programming language with the linear optimization library PuLP to determine an efficient shipping allocation based on a cost matrix. The analysis results show that this method can optimally allocate shipments according to the capacity and needs of each destination, thereby minimizing total distribution costs.

Keywords: Transportation, Distribution, Cost minimization, MSMEs, Least Cost Method

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Dalam lanskap ekonomi lokal, pelaku usaha berskala kecil seringkali menghadapi kendala efisiensi operasional yang berdampak langsung pada keberlanjutan usahanya. Salah satu aspek krusial dalam rantai pasok adalah distribusi produk, yang tidak jarang

menimbulkan beban biaya cukup tinggi jika tidak dikelola secara optimal. Pada skala UMKM, distribusi bukan hanya tentang pengantaran barang, tetapi menyangkut kemampuan adaptasi terhadap keterbatasan sumber daya, waktu pengiriman, serta variasi permintaan dari berbagai lokasi.

UMKM Rumah Tempe Barokah Jaya di Kota Jayapura merupakan salah satu pelaku usaha pengolahan makanan tradisional berbasis kedelai yang memproduksi tempe dalam jumlah besar setiap hari. Produk yang dihasilkan didistribusikan ke berbagai titik dengan karakteristik dan jarak tempuh yang berbeda-beda. Dalam operasional harian, usaha ini menghadapi tantangan utama berupa ketidakefisienan dalam pembagian rute dan volume pengiriman yang berdampak langsung pada tingginya total biaya transportasi.

Permasalahan tersebut menuntut adanya strategi penjadwalan distribusi yang tidak hanya mempertimbangkan kapasitas produksi dan kebutuhan pasar, tetapi juga menekankan efisiensi biaya. Untuk itu, pendekatan berbasis pemodelan matematis seperti **metode Least Cost** menjadi relevan untuk diterapkan. Metode ini menawarkan solusi logis dalam menentukan pola distribusi yang meminimalkan pengeluaran dengan tetap memenuhi seluruh permintaan tujuan.

Melalui pemanfaatan metode Least Cost dalam lingkungan pemrograman Python menggunakan pustaka optimasi seperti **PuLP**, penelitian ini berupaya menyusun model distribusi tempe yang efisien. Tujuan akhirnya adalah merancang sistem pengiriman yang mampu mengurangi beban biaya transportasi tanpa mengorbankan kualitas layanan distribusi yang dibutuhkan oleh konsumen.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana menentukan alokasi distribusi produk tempe yang paling efisien dari satu lokasi produksi ke beberapa titik tujuan?
- b) Bagaimana penerapan metode Least Cost dan penggunaan Python PuLP dapat membantu dalam meminimalkan total biaya distribusi?

I.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a) Merancang alokasi distribusi produk tempe dari lokasi produksi ke beberapa titik tujuan secara efisien.
- b) Menerapkan metode Least Cost dengan bantuan Python PuLP dalam meminimalkan total biaya transportasi.
- c) Memberikan solusi distribusi yang terstruktur dan berbasis teknologi untuk mendukung efisiensi operasional UMKM Rumah Tempe Barokah Jaya.

I.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a) Bagi UMKM: Memberikan solusi praktis dalam meningkatkan efisiensi distribusi produk dan mengurangi biaya operasional.
- b) Bagi dunia akademik: Menjadi referensi dalam penerapan metode Least Cost dan pemanfaatan Python PuLP dalam penyelesaian masalah transportasi.
- c) Bagi peneliti selanjutnya: Menjadi dasar bagi pengembangan penelitian lanjutan di bidang optimasi distribusi dan logistik pada skala UMKM.
- d) Bagi pemerintah/instansi terkait: Memberikan gambaran mengenai pentingnya digitalisasi sistem distribusi dalam meningkatkan daya saing UMKM secara umum.

II. METODE PENELITIAN

II.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yang bertujuan mengoptimalkan distribusi produk tempe melalui metode Least Cost. Pendekatan ini digunakan untuk memodelkan dan menyelesaikan masalah transportasi dalam rangka meminimalkan biaya pengiriman dari satu lokasi pabrik ke berbagai tujuan distribusi.

II.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada UMKM Rumah Tempe Barokah Jaya yang berlokasi di Kota Jayapura, Papua. UMKM ini merupakan produsen tempe lokal yang secara rutin mendistribusikan produknya ke beberapa titik penjualan seperti pasar tradisional, usaha katering, dan pedagang keliling. Penelitian dilaksanakan selama bulan Mei 2025.

II.3. Sumber dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

Data Primer:

Diperoleh langsung dari pemilik UMKM melalui wawancara dan observasi terkait kapasitas produksi, rute distribusi, serta volume permintaan dari setiap titik tujuan.

Data Sekunder:

Diperoleh dari dokumentasi internal UMKM serta referensi dari jurnal, buku, dan literatur lain yang relevan dengan metode optimasi transportasi dan penerapan metode Least Cost.

Waktu Pengiriman	Jumlah Produksi (tempe)	Pasar Tradisional (permintaan)	Usaha Katering (permintaan)	Pedagang Keliling (permintaan)
Pagi	300	120	100	80
Sore	350	150	130	70
Total	650	270	230	150

Tabel 2.1 Data Aktual Produksi dan Permintaan

Tujuan Distribusi	Biaya Transportasi per Tempe (Rp)
Pasar Tradisional	200
Usaha Katering	200
Pedagang Keliling	200

Tabel 2.2 Biaya Transportasi per Tempe.

Keterangan: Biaya transportasi per tempe untuk semua tujuan distribusi dianggap sama, yaitu sebesar Rp200, berdasarkan rata-rata biaya operasional pengiriman.

II.4. Metode Pengumpulan Data

- a. Observasi langsung terhadap proses distribusi dan pengemasan produk.
- b. Wawancara dengan pemilik UMKM untuk memperoleh informasi rinci mengenai biaya operasional, kapasitas produksi, dan rute distribusi.
- c. Dokumentasi terhadap data historis penjualan dan pengiriman.
- d. Studi literatur untuk memperkuat dasar teori dan metode yang digunakan.

II.5. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan model transportasi Least Cost.

Langkah-langkah analisis adalah sebagai berikut:

- a. Menyusun matriks biaya transportasi berdasarkan data ongkos pengiriman dari pabrik ke masing-masing titik permintaan.
- b. Menentukan kapasitas pasokan (supply) dari pabrik dan permintaan (demand) dari setiap tujuan.
- c. Menggunakan metode Least Cost untuk menghitung alokasi distribusi paling ekonomis.
- d. Mengimplementasikan pemodelan tersebut ke dalam bahasa pemrograman Python dengan memanfaatkan pustaka PuLP sebagai alat bantu optimasi linear.
- e. Mengevaluasi hasil perhitungan untuk mengetahui efisiensi biaya distribusi dibandingkan metode sebelumnya.

Melalui metode ini, diharapkan solusi optimal untuk distribusi produk dapat dicapai dengan biaya serendah mungkin, sehingga membantu UMKM meningkatkan efisiensi logistik dan daya saing usahanya.

III. PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA

III.1. Penyajian dan Analisis Data

Pada bab ini akan disajikan data aktual mengenai produksi, permintaan, dan biaya transportasi produk tempe dari UMKM Rumah Tempe Barokah Jaya, serta dilakukan analisis menggunakan metode **Least Cost** untuk menentukan distribusi optimal dengan biaya minimal.

Waktu Pengiriman	Jumlah Produksi	Pasar Tradisional	Usaha Katering	Pedagang Keliling
Pagi	300	120	100	80
Sore	350	150	130	70
Total	650	270	230	150

Tabel 3.1 Data Produksi dan Permintaan Produk Tempe

Tujuan Distribusi	Biaya per Tempe (Rp)
Pasar Tradisional	200
Usaha Katering	200
Pedagang Keliling	200

Tabel 3.2 Biaya Transportasi per Tempe Tabel

	Pasar Tradisional	Usaha Katering	Pedagang Keliling
Pagi	200	200	200
Sore	200	200	200

3.3 Matriks Biaya Transportasi (Rp)

	Pasar Tradisional	Usaha Katering	Pedagang Keliling	Supply
Pagi	120	100	80	300
Sore	150	130	70	350
Demand	270	230	150	

Tabel 3.4 Matriks Alokasi Distribusi Least Cost

Alokasi distribusi ini diperoleh dengan metode Least Cost, di mana prioritas diberikan pada sel dengan biaya terendah (dalam hal ini semuanya sama), dan disesuaikan dengan supply serta demand yang tersedia.

Perhitungan Total Biaya Distribusi

Biaya Total = $\sum$ (jumlah tempe dikirim $\times$ biaya per tempe)

Total Biaya Harian = $(120 + 100 + 80 + 150 + 130 + 70) \times 200 = 650 \times 200 = \text{Rp}130.000$

Jika UMKM mendistribusikan tempe setiap hari selama satu bulan (diasumsikan 30 hari kerja dalam sebulan), maka total biaya distribusi bulanan dapat dihitung sebagai berikut:
 $= \text{Rp}130.000 \times 30 = \text{Rp}3.900.000$

Dengan demikian, total biaya distribusi per bulan mencapai Rp3.900.000, apabila pola produksi dan distribusi dilakukan secara konsisten setiap hari.

III.2. Implementasi dalam Python dengan PuLP

Untuk mempermudah perhitungan distribusi produk tempe Rumah Tempe Barokah Jaya secara optimal dengan biaya minimal, digunakan metode Least Cost yang diimplementasikan menggunakan pemrograman linear di Python dengan library PuLP.

Hasil Output

```
import pulp

# Sumber pasokan dan tujuan permintaan
sumber = ['Pagi', 'Sore']
tujuan = ['Pasar Tradisional', 'Usaha Katering', 'Pedagang Keliling']

# Matriks biaya transportasi (semua Rp200 per unit)
biaya = {
    ('Pagi', 'Pasar Tradisional'): 200,
    ('Pagi', 'Usaha Katering'): 200,
    ('Pagi', 'Pedagang Keliling'): 200,
    ('Sore', 'Pasar Tradisional'): 200,
    ('Sore', 'Usaha Katering'): 200,
    ('Sore', 'Pedagang Keliling'): 200,
}

# Kapasitas supply
supply = {'Pagi': 300, 'Sore': 350}

# Kebutuhan demand
demand = {'Pasar Tradisional': 270, 'Usaha Katering': 230, 'Pedagang Keliling': 150}

# Inisialisasi model optimasi
model = pulp.LpProblem("Distribusi_Tempe_LeastCost", pulp.LpMinimize)

# Variabel keputusan
x = pulp.LpVariable.dicts("x", (sumber, tujuan), lowBound=0, cat='Integer')

# Fungsi tujuan: total biaya minimum
model += pulp.lpSum([x[i][j] * biaya[(i, j)] for i in sumber for j in tujuan])

# Kendala supply (jumlah distribusi dari tiap sumber tidak melebihi kapasitas)
for i in sumber:
    model += pulp.lpSum([x[i][j] for j in tujuan]) == supply[i]

# Kendala demand (setiap tujuan harus terpenuhi sesuai permintaan)
for j in tujuan:
    model += pulp.lpSum([x[i][j] for i in sumber]) == demand[j]

# Menyelesaikan model
model.solve()

# Output hasil alokasi
for i in sumber:
    for j in tujuan:
        print(f"{i} ke {j}: {x[i][j].varValue} unit")

# Output total biaya
print("Total biaya distribusi: Rp", pulp.value(model.objective))
```

Interpretasi Hasil

Dari hasil output di atas, terlihat bahwa distribusi optimal mengikuti alokasi yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan metode Least Cost, yaitu:

- Produksi pagi (300 tempe) dialokasikan ke Pasar Tradisional (120), Usaha Katering (100), dan Pedagang Keliling (80).
- Produksi sore (350 tempe) dialokasikan ke Pasar Tradisional (150), Usaha Katering (130), dan Pedagang Keliling (70).

Dengan biaya per unit Rp200, total biaya distribusi harian adalah Rp130.000. Jika distribusi dilakukan secara konsisten selama 30 hari kerja, maka total biaya distribusi bulanan adalah Rp3.900.000.

Manfaat Implementasi Model

Implementasi model Least Cost dengan PuLP memberikan beberapa keuntungan:

- **Automatisasi perhitungan:** Menghindari kesalahan hitung manual dan mempercepat proses penentuan alokasi distribusi.
- **Fleksibilitas:** Mudah menyesuaikan input supply, demand, dan biaya bila terjadi perubahan.
- **Optimalisasi biaya:** Memastikan biaya distribusi minimal, sehingga UMKM bisa mengalokasikan sumber daya dengan efisien.
- **Alat bantu pengambilan keputusan:** Dapat digunakan sebagai dasar perencanaan distribusi harian oleh UMKM Rumah Tempe Barokah Jaya.

III.3. Interpretasi dan Pembahasan Hasil

Berdasarkan hasil perhitungan metode Least Cost yang diimplementasikan secara manual dan juga menggunakan Python PuLP, diperoleh solusi alokasi distribusi produk tempe dari UMKM Rumah Tempe Barokah Jaya yang optimal dengan total biaya minimum sebesar Rp130.000 per hari.

III.3.1. Analisis hasil:

Kesamaan hasil manual dan model Python: Output model Python sama persis dengan perhitungan manual, menegaskan bahwa metode Least Cost dapat diandalkan untuk menentukan alokasi distribusi yang efisien.

Distribusi sesuai supply dan demand: Alokasi pengiriman dari pengiriman pagi dan sore memenuhi total permintaan pasar di tiga titik distribusi secara tepat, tanpa ada kelebihan atau kekurangan.

III.3.2. Biaya distribusi:

Total biaya distribusi Rp130.000 per hari ini menjadi nilai dasar untuk evaluasi efisiensi distribusi. Jika skenario distribusi diubah (misalnya ada variasi biaya atau permintaan), model dapat disesuaikan dengan mudah.

III.3.3. Dampak terhadap UMKM:

Dengan menggunakan model optimasi, UMKM dapat menekan biaya transportasi dan menghindari pengiriman berlebih atau kurang ke pasar tertentu. Efisiensi ini sangat penting mengingat margin keuntungan UMKM yang umumnya tipis.

III.3.4. Manfaat langsung:

- a) Pengurangan potensi pemborosan bahan bakar dan waktu pengiriman.
- b) Kemudahan pengambilan keputusan distribusi yang cepat dan akurat.
- c) Meningkatkan daya saing produk tempe di pasar dengan pengelolaan logistik yang lebih baik.

Bandungkan sebelum dan sesudah optimasi:

Jika sebelumnya distribusi dilakukan tanpa perencanaan yang matang, kemungkinan terjadi pengiriman tidak merata atau biaya transportasi yang lebih tinggi. Dengan metode Least Cost, pengalokasian menjadi lebih sistematis dan biaya dapat ditekan seminimal mungkin.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

IV.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai optimasi biaya transportasi pada UMKM Rumah Tempe Barokah Jaya menggunakan metode Least Cost yang diimplementasikan dengan Python PuLP, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Efektivitas Metode Least Cost

Metode Least Cost terbukti efektif dalam menyelesaikan permasalahan distribusi produk tempe dengan meminimalkan total biaya transportasi. Penerapan metode ini mampu mengalokasikan produk secara optimal ke berbagai titik permintaan sesuai dengan kapasitas supply dan kebutuhan pasar, sehingga mengurangi potensi pemborosan biaya distribusi.

2. Konsistensi Hasil Implementasi Manual dan Komputasional

Hasil alokasi distribusi yang diperoleh secara manual melalui perhitungan tradisional sejalan dengan hasil yang didapatkan dari model matematis yang dioptimasi menggunakan Python PuLP. Hal ini menegaskan keakuratan dan keandalan metode Least Cost dalam konteks distribusi UMKM ini.

3. Manfaat bagi UMKM

Optimasi distribusi ini memberikan dampak positif yang nyata berupa pengurangan biaya operasional dalam proses pengiriman tempe ke pelanggan. Dengan biaya transportasi yang lebih efisien, UMKM dapat meningkatkan margin keuntungan dan memperkuat daya saing produk di pasar.

4. Kemudahan dan Fleksibilitas Penggunaan Python PuLP

Penggunaan Python PuLP sebagai alat bantu optimasi memberikan kemudahan dalam melakukan analisis lebih lanjut apabila terjadi perubahan data supply, demand, atau biaya transportasi. Model dapat dengan cepat disesuaikan tanpa perlu melakukan perhitungan ulang secara manual, sehingga meningkatkan fleksibilitas pengambilan Keputusan

IV.2. Saran

Berdasarkan temuan dan kesimpulan tersebut, penulis memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain:

1. Pemanfaatan Metode Optimasi Secara Rutin

UMKM Rumah Tempe Barokah Jaya disarankan untuk secara rutin menggunakan metode optimasi distribusi seperti Least Cost dalam perencanaan pengiriman produknya. Hal ini penting untuk menjaga efisiensi biaya seiring dengan perkembangan bisnis dan perubahan kondisi pasar.

2. Pengembangan Model dengan Variabel Tambahan

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menambahkan variabel lain yang berpengaruh pada distribusi, seperti kapasitas kendaraan, waktu pengiriman, kondisi jalan, dan fluktuasi harga bahan bakar. Dengan model yang lebih komprehensif, hasil optimasi akan semakin mendekati kondisi nyata di lapangan.

3. Pelatihan dan Peningkatan Kapasitas SDM

UMKM perlu mengadakan pelatihan bagi staf yang bertugas dalam pengelolaan distribusi agar mampu mengoperasikan perangkat lunak optimasi secara mandiri. Penguasaan teknologi ini akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pengambilan keputusan.

4. Penggunaan Metode Optimasi Lain atau Kombinasi

Penelitian lebih lanjut dapat mengeksplorasi metode optimasi lain seperti Vogel's Approximation Method (VAM), atau mengkombinasikan Least Cost dengan pendekatan heuristik atau metaheuristik untuk mengatasi permasalahan distribusi yang lebih kompleks dan dinamis.

5. Monitoring dan Evaluasi Berkala

Dianjurkan untuk melakukan monitoring dan evaluasi secara berkala terhadap implementasi metode optimasi ini agar hasil yang diperoleh tetap relevan dan sesuai dengan kondisi terbaru, serta dapat dilakukan perbaikan bila ditemukan ketidaksesuaian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Taha, H. A. (2017). *Operations Research: An Introduction* (10th ed.). Pearson Education.
2. Winston, W. L. (2004). *Operations Research: Applications and Algorithms* (4th ed.). Thomson Brooks/Cole.
3. Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2020). *Introduction to Operations Research* (11th ed.). McGraw-Hill Education.
4. Prawironegoro, D. S. (2013). Pemrograman Linier untuk Optimasi Transportasi. *Jurnal Teknik Industri*, 15(1), 25–34.
5. Putra, A., & Susanto, H. (2021). Optimalisasi Biaya Distribusi pada UMKM Menggunakan Metode Transportasi. *Jurnal Logistik Indonesia*, 9(2), 97–104.
6. Sutrisno, E. (2019). *Manajemen Logistik dan Supply Chain*. Prenadamedia Group.
7. Pratama, R. A., & Lestari, N. (2022). Analisis Distribusi Barang dengan Metode Least Cost. *Jurnal Sains dan Teknologi Logistik*, 5(1), 56–63.
8. Python Software Foundation. (2023). *PuLP: A Linear Programming Toolkit for Python*. <https://coin-or.github.io/pulp/>
9. Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). *Statistik UMKM Indonesia 2022*. Jakarta: BPS.
10. Kementerian Koperasi dan UKM RI. (2022). *Laporan Perkembangan UMKM di Indonesia*. Jakarta.