Jurnal SENOPATI

Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering
Jurnal homepage : ejurnal.itats.ac.id/senopati

Model Integrasi Metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor* untuk Optimalisasi Distribusi Hasil Produksi UKM Bawean Gresik – Jawa Timur

Lutfia Bamatraf[1], Abdul Ghofur[2], Rony Prabowo[3]
[1,3]Program Studi Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arif Rahman Hakim No. 100 Surabaya, Indonesia
[2]Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arif Rahman Hakim No. 100 Surabaya, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
128-142

Tanggal penyerahan:
30 Maret 2025

Tanggal diterima:
1 September 2025

Tanggal terbit:
30 September 2025

EMAIL

[1]rony.prabowo@itats.ac.id

ABSTRACT

Since 2018, the Gresik Regency Government has made serious efforts to facilitate various businesses for the Bawean community in the form of capital assistance, equipment, training, marketing and so on. Based on 2022 Gresik Regency Government data, in Bawean there are 52 small SMEs and 7 medium SMEs. This UKM is able to absorb a non-formal workforce of approximately 620 people and this is important in empowering the Bawean community. The problem in this research is that the transportation costs for delivering SME products are still too high because without considering various aspects such as optimizing distance, transportation capacity, time and so on, more than 30-35% of sales proceeds are used to finance distribution. The method used to solve this problem is by integrating the saving matrix and nearest neighbor methods so that distance, time and cost savings occur by considering existing constraints to increase the income of Bawean SMEs. After designing the distribution route using the nearest neighbor method, delivery costs are calculated using the resulting route. By using the selected proposed method, a distribution cost of Rp. 93,696,850 from the original Rp. 158,400,000 and a total distance traveled of 13,448.9 km from the original 24,303.6 km. By using the nearest neighbor method, companies can save distribution costs of Rp. 64,703,150 or 40.85% less than the existing distribution costs and saves distribution mileage of 10,854.7 km or 44.66% shorter than the total existing mileage.

Keywords: *cost, exixsting, matrix, neighbor, neirest, saving*

ABSTRAK

Sejak Tahun 2018 Pemkab Gresik berupaya serius untuk memfasilitasi berbagai usaha bagi masyarakat Bawean dalam bentuk bantuan modal, peralatan, pelatihan, pemasaran dan sebagainya. Berdasarkan data Pemkab Gresik Tahun 2022 di Bawean terdapat 52 UKM kecil dan 7 UKM sedang. UKM ini mampu menyerap tenaga kerja non formal kurang lebih 620 orang dan ini menjadi penting dalam pemberdayaan masyarakat Bawean. Permsalahan dalam penelitian ini adalah biaya transportasi pengiriman hasil produk UKM masih terlalu tinggi karena tanpa mempertimbangkan berbagai aspek seperti optimalisasi jarak, kapasitas pengangkutan, waktu dan sebagainya sehingga lebih dari 30-35% hasil penjualan digunakan untuk pembiayaan distribusi. Metode yang digunakan untuk menyelesaian permsalahan tersebut adalah degan melakukan integrasi metode saving matrix dan nearest neighbor sehingga terjadi penghematan jarak, waktu dan biaya dengan mempertimbangkan kendala yang ada untuk meningkatkan pendapatan UKM Bawean. Setelah dilakukan perancangan rute pendistribusian dengan metode *nearest neighbor*, dilakukan perhitungan biaya pengiriman dengan rute yang telah dihasilkan. Dengan menggunakan metode usulan terpilih, didapatkan biaya pendistribusian sebesar Rp. 93.696.850 dari yang semula sebesar Rp. 158.400.000 dan total jarak tempuh sebesar 13.448,9 km dari yang semula sebesar 24.303,6 km. Dengan menggunakan metode *nearest neighbor*, perusahaan dapat menghemat biaya pendistribusian sebesar Rp. 64.703.150 atau 40,85% lebih kecil dibandingkan biaya distribusi *existing* serta menghemat jarak tempuh pendistribusian sebesar 10.854,7 km atau 44,66% lebih pendek dibandingkan dengan total jarak tempuh *existing.*

Kata kunci: *biaya, exixsting, matrix, neighbor, neirest*

PENDAHULUAN

Pulau Bawean merupakan bagian dari wilayah Kabupaten Gresik yang berada di posisi terluar dan dipisahkan oleh selat atau perairan dengan wilayah lainnya. Potensi wilayah Bawean sebenarnya sangat besar namun belum dikelola secara optimal. Potensi ini antara lain wilayah yang subur untuk pertanian terutama untuk tanaman berjenis buah-buahan, di sebelah utara Bawean terdapat potensi tambak yang belum tercemar sehingga bagus untuk budidaya ikan bandeng, kepiting dan udang begitupun hasil laut juga cukup bagus. Di Tahun 2017 Pulau Bawean berpenduduk 63.894 orang, namun lebih dari 30% penduduk merantau ke luar daerah kerena merasa sulit mencari nafkah di pulau Bawean, hal ini mengakibatkan Bawean menjadi wilayah tertinggal. Namun sejak Pemkab Gresik memberdayakan UKM maka tingkat pengangguran menjadi turun, pendapatan masyarakat meningkat dan konstribusi terhadap APBD meningkat. UKM Bawean banyak bergerak di sektor pengelolaan hasil tambak dan laut yaitu sekitar 64% seperti ikan asap, ikan asin, otak-otak, ikan presto, ikan bumbu, ikan keropok, petis, terasi dan sebagainya sedangkan sekitar 36% bergerak di sektor kerajinan maupun souvenir seperti tas, ikat pinggang, topi dan aneka kerajinan lainnya berbahan hasil laut.

Namun konsumen terbesar dari UKM Bawean ini adalah dari luar Bawean seperti dari Surabaya, Malang, Gresik, Tuban Pasuruan dan sebagainya. UKM Bawean belum bisa melakukan pengiriman hasi produk yang dihasilkan ke pemesan dengan efisien dan efektif sehingga biaya distribusi menjadi sangat tinggi bahkan bisa mencapai 35% dan berakibat laba tidak maksimal. Pengiriman hasil produksi UKM ini tentunya tidak sebanyak yang dihasilkan perusahaan besar, sehingga perlu dipertimbangkan kapasitas penampungan, waktu kirim jarak kirim maupun moda transportasi yang digunakan. Permasalahan transportasi tersebut lebih dikenal dengan VRP (*Vehicle Routing Problem*). VRP berhubungan dengan penentuan rute pada permasalahan yang terkait lebih dari satu kendaraan dengan kapasitas tertentu dalam proses distribusi [1, 2]. Terdapat empat tujuan dari VRP: (a) meminimumkan biaya transportasi terkait dengan jarak maupun biaya tetap kendaraan [3, 4]; (b) meminimumkan jumlah kendaraan yang diperlukan untuk pendistribusian dengan demikian jumlah pengemudi akan berkurang [2, 5]; (c) Menyeimbangkan rute terkait dengan waktu dan kapasita kendaraan [6]; (d) meminimumkan risiko ketidakpuasan karena keterlambatan pengiriman [7, 8].

Penelitian *Vehicle Routing Problem* (VRP) saat ini banyak menggunakan metode heuristik seperti Saving *Matrix* (*Clarke and Wright*) untuk mengelompokkan lokasi distribusi dan *Nearest Neighbor* untuk mengurutkan titik kunjungan terdekat demi efisiensi jarak serta biaya operasional [6]. Berbagai penelitian terdahulu telah menerapkan *Saving Matrix* maupun *Nearest Neighbor* secara terpisah maupun gabungan untuk meminimasi jarak tempuh dan biaya transportasi pada sektor pengiriman barang umum [6], Bahan Bakar Minyak [7], beras dan komoditi pangan lainnya [8], maupun industri manufaktur [9]. Keterbatasan dari penelitian ini terletak pada kondisi geografis terisolasi (*island logistics*) UKM Bawean yang memiliki kendala aksesibilitas pulau, ketidakpastian fluktuasi permintaan mingguan, serta keterbatasan kapasitas muat armada. *Research gap* dari penelitian ini adalah masih minimnya penelitian VRP terintegrasi yang membahas jaringan distribusi produk UKM wilayah kepulauan/tertinggal (seperti Pulau Bawean) yang menghadapi tarif sewa armada berbasis jarak tempuh. Sedangkan *novelty* dari penelitian ini adalah adanya integrasi metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor* secara spesifik untuk memetakan serta merancang rute distribusi dinamis bagi konsorsium produk UKM lokal Bawean, sehingga mampu memotong jarak tempuh hingga 44,66% dan menghemat biaya pengiriman sebesar 40,85%.

Integrasi antara metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor* sangat diperlukan untuk menyelesaikan *Vehicle Routing Problem*. Dimana metode *Saving Matrix* berfungsi untuk mengelompokkan (*clustering*) berbagai lokasi/cabang tujuan distribusi ke dalam satu rute yang sama berdasarkan nilai penghematan jarak terbesar dan batas kapasitas armada. Sedangkan metode *Nearest Neighbor* berfungsi untuk mengurutkan (*sequencing*) urutan titik kunjungan cabang secara mendalam di dalam rute yang telah terbentuk, dengan selalu memilih lokasi terdekat dari titik keberangkatan. Sedangkan kontribusi dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan masalah efisiensi transportasi wilayah kepulauan (*island logistics*) karena UKM Bawean menghadapi biaya transportasi yang sangat tinggi (mencapai 30–35% dari hasil penjualan) akibat pengiriman barang yang mulanya dilakukan secara terpisah ke masing-masing kota. Dengan demikian penelitian ini

bertujuan untuk model pengiriman hasil produk UKM Bawean secara optimal kepada seluruh konsumennya melalui integrasi metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor.*

Beberapa informasi terkait data yang diperlukan pada penelitian ini adalah data pengiriman produk kerajinan dan olahan pangan hasil produksi UKM di Pulau Bawean, Kabupaten Gresik. Periode data pengiriman mencakup 3 bulan (Juni, Juli, dan Agustus 2024) yang dianalisis secara mingguan. Berapa lokasi yang digunakan antara lain terdapat 1 Pusat Distribusi (Depot) di Bawean dan 5 *Distribution Centre* (DC) utama atau hingga 11 kota/cabang tujuan pemesan di wilayah Jawa Timur (seperti Surabaya, Mojokerto, Jember, Kediri, Tulungagung, Ngawi, Solo, Jogja, Semarang, Kudus, Jepara). Pengiriman produk menggunakan armada 1 truk pengiriman pada setiap rute yang terbentuk dengan kapasitas muat maksimum armada truk pengiriman adalah sebesar 6.000 kg (6 ton) per perjalanan.

METODE

Beberapa tahapan penelitian dilakukan dengan langah-langkah sebagai berikut:

1. Tahap Pendahuluan
   a. Studi Lapangan. Studi lapangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah kegiatan observasi, untuk mengidentifikasi dan mengungkapkan fakta-fakta yang ada secara lebih dalam [9].
   b. Studi Pustaka. Studi pustaka bertujuan untuk mencari informasi guna menunjang penelitian yang dilaksanakan.
   c. Identifikasi Masalah. Untuk mengetahui dan memahami permasalahan, tahap awal yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada UKM Wilayah Bawean Kabupaten Gresik.
   d. Perumusan Masalah. Setelah dilakukan identifikasi masalah maka selanjutnya dilakukan perumusan masalah [10]
   e. Penentuan Tujuan Penelitian. Penetapan tujuan dimaksudkan agar peneliti dapat fokus pada masalah yang akan diteliti, sehingga penelitian dapat dilakukan secara sistemastis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang akan diteliti [11].
2. Pengumpulan Data
   Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung di perusahaan yang menjadi objek penelitian [12].
   a. Wawancara. Suatu metode untuk mendapatkan data atau informasi dengan tanya jawab secara langsung pada orang yang mengetahui tentang objek yang diteliti.
   b. Observasi. engamatan atau peninjauan secara langsung di tempat penelitian yaitu di UKM Bawean Kabupaten Gresik dengan mengamati sistem yang ada, mengamati alur proses distribusi dan penetapan biaya-biaya mengenai biaya sewa jasa ekspedisi dan biaya apa saja yang nantinya dibutuhkan dalam aktivitas pendistribusian [13].
   c. Dokumentasi. Mmempelajari dokumen-dokumen perusahaan yang berupa data-data jumlah produk yang didistribusikan, lokasi cabang perusahaan, dan kapasitas muat armada truk.
   d. Diskusi. Bertukar pendapat dengan para pakar, dalam hal ini adalah manajemen yang memahami dalam bidang tertentu terkait dengan permasalahan *vehicle routing problem* dan pengeluaran biaya-biaya yang terjadi pada proses distribusi dan biaya seluruh aktivitas di Kabupaten Gresik.
3. Tahap Pengolahan Data
   Tahap pengolahan data pada metode *saving matrix* adalah sebagai berikut:
   a. Pengidentifikasian dan penentuan jenis *vehicle routing problem* yang terjadi di lapangan.
   b. Pengidentifikasian dan penentuan matrik jarak dari tempat UKM dengan tujuan wilayah pemasaran UKM Bawean serta matrik jarak antar tujuan wilayah pemasaran UKM Bawean.
   c. Pengidentifikasian dan perhitungan matrik penghematan (*saving matrix*).
   d. Pengalokasian kendaraan dan rute ke tujuan wilayah pemasaran UKM Bawean.

e. Pengurutan rute tujuan berdasarkan hasil tujuan wilayah pemasaran UKM Bawean. Pada penelitian ini prosedur yang digunakan untuk mengurutkan cabang-cabang perusahaan dalam rute yang telah terbentuk menggunakan metode *nearest neighbor*.
f. Perhitungan total jarak tempuh. Setelah mendapatkan rute optimum dilakukan perhitungan total jarak tempuh distribusi produk UKM berdasarkan hasil prosedur yang memiliki total jarak yang paling kecil antara *nearest neighbor* [14].
g. Perbandingan biaya pendistibusian. Setelah membandingkan total jarak tempuh yang terkecil antara hasil rute metode *nearest neighbor*, dipilih rute dengan metode yang memiliki jarak temput yang paling optimal [15].

4. Tahap Analisis dan Pembahasan
Pada analisis optimalisasi pendistribusian sari apel, digunakan metode *saving matrix* dan *nearest neighbor* untuk mengetahui rute dan biaya pengiriman yang paling optimal [16].

5. Tahap Kesimpulan
Peneliti menarik kesimpulan yang berhubungan dengan rumusan masalah yang ingin dicapai, sedangkan saran merupakan masukan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

Jarak riil antar-lokasi (Depot ke cabang maupun antar-cabang) diidentifikasi dan diukur langsung berdasarkan rute moda transportasi/jalan yang dilalui. Sedangkan *demand* (permintaan) bersifat dinamis setiap minggunya, berkisar antara 1.000 kg hingga 2.200 kg per cabang, dengan total muatan per rute berkisar antara 4.300 kg hingga 5.994 kg. Beberapa fungsi *constraint* (kendala) pada penelitian ini antara lain kapasitas muat maksimum armada truk (6.000 kg), kecepatan rata-rata kendaraan (50 km/jam), waktu bongkar muat di setiap lokasi tujuan (30 menit per cabang). Perhitungan biaya dilakukan dengan dua metode yaitu metode *existing* dan usulan, dimana metode *existing* dilakukan dengan menjumlahkan tarif flat sewa armada untuk setiap rute bolak-balik dari Depot ke masing-masing cabang secara terpisah. Metode usulan dengan menggunakan biaya titik terjauh sebagai acuan untuk menghitung tarif rata-rata per kilometer, kemudian dikalikan dengan jarak tempuh riil antar titik pada rute terintegrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Dari data riil yang diperoleh dari salah satu UKM di Bawean saat ini mempunyai 1 pusat distribusi yaitu di Bawean, Kabupaten Gresik dan memiliki 5 (lima) *Distribution Centre* (DC) yang tersebar di seluruh wilayah Propinsi Jawa Timur.

Beberapa tahapan dalam pembentukan tabel matrik penghematan jarak dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pergunakan rumus penghematan (*savings*)
Setiap nilai penghematan S_{ij} antara dua tempat/titik distribusi I dan j dihitung berdasarkan rumus:
S_{ij} = D(Depot, i) + D(Depot, j) - D(i, j)
D(Depot, i): Jarak dari Pusat Distribusi (Depot di Bawean) ke lokasi i
D(Depot, j): Jarak dari Pusat Distribusi (Depot di Bawean) ke lokasi j
D(i, j): Jarak langsung antara lokasi i dan lokasi j
2. Konsep dan logika pembentukan
   a. Jarak diagonal utama = 0
   Nilai di sel seperti (A, A), (B, B), (C, C), (D, D), dan (E, E) bernilai 0 karena tidak ada penghematan jarak jika membandingkan suatu lokasi dengan dirinya sendiri.
   b. Simetris/tabel segitiga bawah
   Penghematan antara lokasi A ke B (S_{AB}) bernilai sama dengan B ke A (S_{BA}). Oleh karena itu, hanya bagian bawah tabel (segitiga bawah) yang diisi untuk menghindari duplikasi data.
   c. Interpretasi angka
   Angka Positif (misal: 152 antara B dan C). Penghematan jarak sebesar 152 unit (km/jam) jika pengiriman ke lokasi B dan C digabungkan dalam satu rute perjalanan, dibandingkan harus kembali ke Depot Bawean terlebih dahulu setelah dari B.

Angka nol (0). Menandakan tidak ada nilai penghematan yang diperoleh jika rute pengiriman ke kedua lokasi tersebut digabungkan.

Tabel 1. Data Tabel Matrik Penghematan Jarak

	A	B	C	D	E
A	0				
B	116	0			
C	97,5	152	0		
D	534	103	95,5	0	
E	52	0	56,5	54	0

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa pasangan cabang A – D memiliki matrik penghematan jarak tertinggi sebesar 534 km, pasangan cabang B – C memiliki matrik penghematan jarak tertinggi kedua sebesar 152 km dan pasangan cabang C – D memilik matrik penghematan jarak tertinggi ketiga sebesar 95,5 km. Berdasarkan hasil matrik penghematan yang didapatkan, cabang A – C – D dapat dikelompokkan menjadi satu rute pendistribusian. Dari rute tersebut, dilakukan penyusunan ulang menggunakan *Nearest Neighbor* yang akan dimulai dari Depot. Terdapat tiga cabang yang akan dituju dan masingmasing dari cabang tersebut telah diketahui jarak tempuhnya dari Depot. Jarak tempuh masing-masing cabang tersebut adalah: Jarak Depot → A = 288 km Jarak Depot → C = 134,5 km Jarak Depot → D = 317 km

Jarak ini ditentukan melalui sistem persamaan linier yang dibentuk dari nilai penghematan (*Saving Matrix*) dan jarak antar cabang pada Tabel 1.

Lokasi cabang C memiliki jarak yang terdekat dengan depot, maka cabang C menjadi cabang pertama yang akan dikunjungi. Selanjutnya mencari cabang yang akan dikunjungi berikutnya berdasarkan jarak terdekat dari lokasi cabang C sebagai titik akhir. Jarak Depot → C → A = 335 km Jarak Depot → C → D = 356 km

Karena jarak terdekat yang dihasilkan adalah 335 km, maka yang dikunjungi berikutnya adalah cabang A sehingga, rute yang diperoleh dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah Depot → C → A → D.

Setelah memperoleh matrik jarak dari depot ke setiap cabang perusahaan dan antar cabang-cabang perusahaan, selanjutnya disusun matrik penghematan sebagai tahapan berikutnya. Matrik penghematan jarak didapatkan dengan menggunakan persamaan *S(i, j) = Depot → i + Depot → j - (i →j)*. Sebagai contoh, untuk mengetahui penghematan antara cabang SBY dengan cabang MJK, diperlukan terlebih dahulu matrik jarak Depot → SBY, matrik jarak Depot → MJK dan matrik jarak SBY → MJK.

Matrik jarak Depot → SBY = 148 km Matrik jarak Depot → MJK = 142 km
Matrik jarak SBY → MJK = 84 km

Setelah diketahui semua matrik jarak antar titik yang terkait, dilakukan perhitungan

- S(x, y) = Dist(Pusat, x) + Dist(Pusat, y) – Dist(x, y)
- S(SBY, MJK) = 148 km + 142 km – 84 km
- S(SBY, MJK) = 206 km

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam penyusunan rute pendistribusian pada bulan Juni 2024 minggu pertama menggunakan metode *saving matrix*.

a. Memilih nilai *saving matrix* terbesar dalam matrik penghematan yaitu antara titik tujuan JPR dan KDS sebesar 809. Kedua titik tujuan ini akan dimasukkan ke dalam satu rute pendistribusian dikarenakan kapasitas armada mencukupi untuk total pengiriman kedua titik tujuan tersebut. Rute yang terbentuk saat ini adalah JPR – KDS dengan jumlah produk yang dikirim sebagai berikut: Pengiriman JPR + Pengiriman KDS → 1.975 kg + 1.858 kg = 3.833 kg

   Perhitungan di atas menjelaskan gabungan total muatan produk untuk rute awal pengiriman ke Jepara (JPR) dan Kudus (KDS) dimana pengiriman JPR (1.975 kg) merupakan jumlah permintaan barang yang harus dikirim ke cabang Jepara, Pengiriman KDS (1.858 kg) merupakan jumlah permintaan barang yang harus dikirim ke cabang Kudus. Sedangkan total muatan (3.833 kg) merupakan hasil penjumlahan muatan kedua cabang (1.975 kg + 1.858 kg). Nilai 3.840 kg merupakan hasil pembulatan/pencatatan total akhir dari sumber data). Penggabungan ini dilakukan karena total muatan sebesar 3.833 kg masih berada di bawah

kapasitas maksimum kendaraan 6.000 kg, sehingga kedua tujuan tersebut aman dimasukkan ke dalam satu rute perjalanan yang sama.

b. Memilih nilai *saving matrix* terbesar selanjutnya dalam matrik penghematan yaitu antara cabang SMG dan JPR sebesar 681. Cabang SMG memiliki jumlah permintaan sebesar 1.589 kg, maka cabang ini dapat digabungkan ke dalam rute 1 karena kapasitas armada masih memenuhi. Oleh karena itu, rute yang terbentuk saat ini JPR – KDS – SMG dengan jumlah produk yang dikirim sebagai berikut :

- Pengiriman JPR + Pengiriman KDS + Pengiriman SMG
  1.970 kg + 1.857 kg + 1.589 kg = 5.446 kg

c. Selanjutnya nilai penghematan terbesar yang didapat adalah 517. Penghematan ini didapatkan antara cabang JOG dan JPR. Jika cabang ini digabungkan ke dalam rute 1, maka kapasitas armada yang digunakan tidak akan mencukupi. Oleh karena itu untuk cabang JOG akan dimasukkan ke dalam rute berikutnya yaitu rute kedua. Rute yang terbentuk berikutnya yaitu JOG – SOL – NG dengan jumlah produk yang dikirim sebagai berikut :

- Pengiriman JOG + Pengiriman SOL + Pengiriman NG
  2.165 + 2.264 + 1.178 = 5.607 kg

d. Dengan mengikuti langkah-langkah di atas diperoleh 55 iterasi matrik penghematan dan 12 rute. Berikut ini iterasi dan rute yang terbentuk untuk pendistribusian produk hasil produksi UKM Bawean pada bulan Juni, Juli dan Agustus 2024.

Setelah mendapatkan seluruh iterasi dalam *saving matrix*, semua pasangan titik yang didapatkan dialokasikan ke dalam kelompok rute pendistribusian. Kelompok rute yang terbentuk dan jumlah pengiriman untuk pendistribusian produk produk hasil produksi UKM Bawean pada bulan Juni, Juli, dan Agustus 2024.

Tabel 2. Iterasi Urutan Nilai Penghematan Terbesar Hingga Terkecil

Iterasi	Pasangan Cabang	Nilai Saving	Iterasi	Pasangan Cabang	Nilai Saving
1	JPR - KDS	708,9	29	KDR - NG	153,2
2	SMG - JPR	630,8	30	TLG - SMG	152
3	SMG - KDS	613,4	31	KDR - SOL	146,2
4	JOG - JPR	517	32	KDR - JOG	146,2
5	SOL - JPR	510	33	MJK - NG	132,8
6	JOG - SMG	506	34	KDR - SMG	131,2
7	JOG - KDS	505	35	MJK - JOG	127,8
8	SOL - JOG	500,5	36	MJK - SOL	126,8
9	SOL - KDS	496	37	MJK - SMG	108,8
10	SOL - SMG	466	38	SBY - NG	100,9
11	MJK - TLG	419	39	NG - JPR	99,8
12	NG - KDS	405	40	SBY - JOG	98,9
13	NG - JOG	360	41	SBY - SOL	97,9
14	NG - SOL	359	42	MJK - KDR	94,1
15	NG - SMG	353	43	JBR - JPR	92
16	TLG - JPR	218	44	JBR - KDS	92
17	KDR - JPR	207,2	45	SBY - JBR	91,9
18	TLG - JOG	206	46	SBY - SMG	79,9
19	TLG - KDS	205	47	SBY - TLG	71,9
20	MJK - JPR	198,8	48	SBY - KDR	69,1
21	MJK - KDS	198,8	49	JBR - TLG	64
22	KDR - KDS	188,2	50	MJK - JBR	53,8
23	SBY - JPR	183,9	51	JBR - KDR	12,2
24	SBY – KDS	183,9	52	JBR - JOG	7
25	TLG – SOL	178	53	JBR - SOL	5
26	TLG - NG	158	54	JBR - SMG	0
27	KDR - TLG	157,7	55	JBR - KDR	12,2
28	SBY - MJK	157,1			

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Tabel 2 memperlihatkan daftar pengurutan nilai penghematan jarak (*saving matrix*) dari pasangan cabang distribusi, diurutkan dari nilai terbesar ke terkecil. Terdapat total 55 iterasi penghematan. Iterasi awal (seperti Iterasi 1: JPR – KDS dengan nilai 766,8) memiliki penghematan terbesar, sehingga pasangan cabang tersebut menjadi prioritas utama untuk digabungkan ke dalam satu rute pengiriman. Pasangan cabang diurutkan dari atas ke bawah untuk mengevaluasi penggabungan rute pengiriman satu per satu. Jika gabungan kapasitas permintaan cabang masih mencukupi kapasitas armada, cabang akan dimasukkan ke rute yang sama; jika tidak, akan dibuat rute baru. Proses pengurutan ini digunakan untuk mengelompokkan titik distribusi hingga terbentuk 12 rute pengiriman yang efisien untuk UKM Bawean.

Tabel 3. Rute Pendistribusian Produk Hasil Produksi UKM Bawean
Bulan Juni 2024 Minggu Pertama

No.	Rute	Jumlah Pengiriman
1.	JPR – KDS – SMG	5.466 kg
2.	JOG – SOL – NG	5.657 kg
3.	SBY – MJK – JBR	5.707 kg
4.	KDR – TLG	4.452 kg

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Tabel 3 menyajikan hasil akhir pengelompokan rute pendistribusian produk beserta total muatan barang (jumlah pengiriman) untuk minggu pertama bulan Juni 2024 dapat diuraikan sebagai berikut:

- Rute 1 (JPR – KDS – SMG) dengan menggabungkan pengiriman ke Jepara, Kudus, dan Semarang dengan total muatan 5.466 kg.
- Rute 2 (JOG – SOL – NG) dengan menggabungkan pengiriman ke Jogja, Solo, dan Ngawi dengan total muatan 5.657 kg.
- Rute 3 (SBY – MJK – JBR) dengan menggabungkan pengiriman ke Surabaya, Mojokerto, dan Jember dengan total muatan 5.707 kg.
- Rute 4 (KDR – TLG) dengan menggabungkan pengiriman ke Kediri dan Tulungagung dengan total muatan 4.452 kg.

Rute-rute ini terbentuk dari hasil penggabungan urutan *saving matrix* sebelumnya, dimana setiap rute mengelompokkan beberapa kota tujuan agar pengiriman optimal dan tidak melebihi kapasitas maksimum kendaraan.

Tabel 4 Rute Pendistribusian Produk Hasil Produksi UKM Bawean
Bulan Juni 2024 Minggu Kedua

No.	Rute	Jumlah Pengiriman
1.	SOL – SMG – JOG	5.993 kg
2.	KDR – TLG – NG	5.240 kg
3.	SBY – MJK – JBR	5.836 kg

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Tabel 4 menyajikan daftar rute pendistribusian produk beserta total muatan barang (jumlah pengiriman) untuk minggu kedua bulan Juni 2024 dapat diuraikan sebagai berikut:

- Rute 1 (SOL – SMG – JOG) dengan menggabungkan pengiriman ke Solo, Semarang, dan Jogja dengan total muatan 5.993 kg.
- Rute 2 (KDR – TLG – NG) dengan menggabungkan pengiriman ke Kediri, Tulungagung, dan Ngawi dengan total muatan 5.240 kg.
- Rute 3 (SBY – MJK – JBR) dengan menggabungkan pengiriman ke Surabaya, Mojokerto, dan Jember dengan total muatan 5.836 kg.

Perubahan susunan rute dan total muatan ini disesuaikan dengan variasi jumlah permintaan (*demand*) pada minggu kedua, namun tetap mengacu pada matriks penghematan jarak agar jalur pengiriman tetap efisien dan sesuai kapasitas armada.

Tabel 5 menyajikan daftar rute pendistribusian produk beserta total muatan barang (jumlah pengiriman) untuk minggu ketiga bulan Juni 2024 dapat diuraikan sebagai berikut:

- Rute 1 (SOL – SMG – JOG) dengan menggabungkan pengiriman ke Solo, Semarang, dan Jogja dengan total muatan 5.974 kg.

- Rute 2 (KDR – TLG – NG) dengan menggabungkan pengiriman ke Kediri, Tulungagung, dan Ngawi dengan total muatan 5.342 kg.
- Rute 3 (SBY – MJK – JBR) dengan menggabungkan pengiriman ke Surabaya, Mojokerto, dan Jember dengan total muatan 5.946 kg.

Susunan kelompok rute ini tetap sama dengan minggu kedua, namun terdapat penyesuaian pada total muatan (jumlah pengiriman) di setiap rute mengikuti kuantitas permintaan (*demand*) pada minggu ketiga.

Tabel 5. Rute Pendistribusian Produk Hasil Produksi UKM Bawean Bulan Juni 2024 Minggu Ketiga

No.	Rute	Jumlah Pengiriman
1.	SOL – SMG – JOG	5.974 kg
2.	KDR – TLG – NG	5.342 kg
3.	SBY – MJK – JBR	5.946 kg

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Tabel 6. Rute Pendistribusian Produk Hasil Produksi UKM Bawean Bulan Juni 2024 Minggu Keempat

No.	Rute	Jumlah Pengiriman
1.	JPR – KDS – SMG	5.870 kg
2.	JOG – SOL – NG	5.994 kg
3.	SBY – MJK – JBR	5.960 kg
4.	KDR – TLG	4.391 kg

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Tabel 6 menyajikan rute pendistribusian produk beserta total muatan barang (Jumlah Pengiriman) untuk minggu keempat bulan Juni 2024 dapat diuraikan sebagai berikut:

- Rute 1 (JPR – KDS – SMG) dengan menggabungkan pengiriman ke Jepara, Kudus, dan Semarang dengan total muatan 5.870 kg.
- Rute 2 (JOG – SOL – NG) dengan menggabungkan pengiriman ke Jogja, Solo, dan Ngawi dengan total muatan 5.994 kg.
- Rute 3 (SBY – MJK – JBR) dengan menggabungkan pengiriman ke Surabaya, Mojokerto, dan Jember dengan total muatan 5.960 kg.
- Rute 4 (KDR – TLG) dengan menggabungkan pengiriman ke Kediri dan Tulungagung dengan total muatan 4.391 kg.

Susunan kelompok rute pada minggu keempat ini kembali sama dengan susunan rute pada minggu pertama, dengan penyesuaian total muatan (Jumlah Pengiriman) yang disesuaikan dengan volume permintaan pada minggu tersebut.

Pembahasan Data II

Pengolahan Data Menggunakan Metode *Nearest Neighbor*

Lokasi titik tujuan pengiriman SMG memiliki jarak yang terdekat dengan depot, maka tujuan pengiriman SMG menjadi titik tujuan pengiriman pertama yang akan dikunjungi. Selanjutnya mencari titik tujuan pengiriman yang akan dikunjungi berikutnya berdasarkan jarak terdekat dari lokasi titik tujuan pengiriman SMG sebagai titik akhir.

- Jarak Depot → SMG → JPR = 459,2 km
- Jarak Depot → SMG → KDS = 434,6 km

Total jarak pendistribusian rute ini dengan menggunakan metode existing adalah 1.122 km. Oleh karena itu, jumlah penghematan jarak yang didapatkan pada rute pengiriman ini dengan menggunakan metode nearest neighbor adalah:

- Total Jarak Metode Existing – Total Jarak Metode Nearest Neighbor
  1.122 km – 476 km = 646 km.

Tabel 7. Perbandingan Rute Pendistribusian Produk Hasil Produksi UKM Bawean Menggunakan Metode *Existing* dan *Nearest Neighbor* Bulan Juni 2024 Minggu Pertama

No	Metode *Existing*	Jarak	*Nearest Neighbor*	Jarak	Penghematan
	Rute		Rute		
1	Depot → JPR, Depot → KDS, Depot → SMG	1.072	Depot → SMG → KDS → JPR	425,7	646,3
2	Depot → JOG, Depot → SOL, Depot → NG	753	Depot → NG → SOL → JOG	328,5	424,5
3	Depot → SBY, Depot → MJK, Depot → JBR	389	Depot → MJK → SBY → JBR	331	58
4	Depot → KDR, Depot → TLG	200,2	Depot → KDR → TLG	121,7	78,5

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Tabel 7 memperlihatkan perbandingan efisiensi rute dan jarak tempuh antara Metode *existing* (metode awal UKM) dengan Metode *Nearest Neighbor* untuk bulan Juni 2024 minggu pertama yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Metode existing dimana pengiriman dilakukan secara bolak-balik dari Depot ke setiap lokasi secara terpisah (misal: Depot → JPR, Depot → KDS, Depot → SMG), sehingga menghasilkan total jarak tempuh yang jauh lebih panjang.
2. Metode *Nearest Neighbor* dimana oengiriman dilakukan dengan menggabungkan beberapa lokasi terdekat dalam satu jalur perjalanan searah (misal: Depot → SMG → KDS → JPR).

Hasil penghematan yang diperoleh:

- Rute 1: Jarak berkurang dari 1.072 km menjadi 425,7 km (hemat 646,3 km).
- Rute 2: Jarak berkurang dari 753 km menjadi 328,5 km (hemat 424,5 km).
- Rute 3: Jarak berkurang dari 389 km menjadi 331 km (hemat 58 km).
- Rute 4: Jarak berkurang dari 200,2 km menjadi 121,7 km (hemat 78,5 km).

Tabel 8. Perbandingan Rute Pendistribusian Produk Hasil Produksi UKM Bawean Menggunakan Metode *Existing* dan *Nearest Neighbor* Bulan Juni 2024 Minggu Kedua

No.	Metode *Existing*	Jarak	*Nearest Neighbor*	Jarak	Penghematan
	Rute		Rute		
1.	Depot → SOL, Depot → SMG, Depot → JOG	890	Depot → SOL → JOG → SMG	451,1	438,9
2.	Depot → KDR, Depot → TLG, Depot → NG	385,2	Depot → KDR → TLG → NG	269,7	115,5
3.	Depot → SBY, Depot	389	MJK, Depot → JBR Depot → MJK → SBY → JBR	331	58

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Tabel 8 memperlihatkan perbandingan efisiensi rute dan jarak tempuh antara Metode *existing* (metode awal UKM) dengan Metode *Nearest Neighbor* untuk bulan Juni 2024 minggu kedua yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Rute 1: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → SOL → JOG → SMG) memangkas jarak dari 890 km menjadi 451,1 km, sehingga diperoleh penghematan 438,9 km.
- Rute 2: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → KDR → TLG → NG) memangkas jarak dari 385,2 km menjadi 269,7 km, sehingga diperoleh penghematan 115,5 km.
- Rute 3: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → MJK → SBY → JBR) memangkas jarak dari 389 km menjadi 331 km, sehingga diperoleh penghematan 58 km.

Tabel 9 menyajikan perbandingan efisiensi rute dan jarak tempuh antara Metode *existing* dan Metode *Nearest Neighbor* untuk bulan Juni 2024 minggu ketiga yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Rute 1: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → SOL → JOG → SMG) memangkas jarak dari 890 km menjadi 451,1 km, sehingga diperoleh penghematan 438,9 km.
- Rute 2: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → KDR → TLG → NG) memangkas jarak dari 385,2 km menjadi 269,7 km, sehingga diperoleh penghematan 115,5 km.

- Rute 3: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → MJK → SBY → JBR) memangkas jarak dari 389 km menjadi 331 km, sehingga diperoleh penghematan 58 km.

Tabel 9. Perbandingan Rute Pendistribusian Produk Hasil Produksi UKM Bawean Menggunakan Metode Existing dan Nearest Neighbor Bulan Juni 2024 Minggu Ketiga

No	Metode *Existing*	Jarak	*Nearest Neighbor*	Jarak	Penghematan
	Rute		Rute		
1	Depot → SOL, Depot → SMG, Depot → JOG	890	Depot → SOL → JOG → SMG	451,1	438,9
2	Depot → KDR, Depot → TLG, Depot → NG	385,2	Depot → KDR → TLG → NG	269,7	115,5
3	Depot → SBY, Depot → MJK, Depot → JBR	389	Depot → MJK → SBY → JBR	331	58

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Tabel 10-. Perbandingan Rute Pendistribusian Produk Hasil Produksi UKM Bawean Menggunakan Metode Existing dan Nearest Neighbor Bulan Juni 2024 Minggu Keempat

No.	Metode Existing	Jarak	Nearest Neighbor	Jarak	Penghematan
	Rute		Rute		
1.	Depot → JPR, Depot → KDS, Depot → SMG	1.072	Depot → SMG → KDS → JPR	425,7	646,3
2.	Depot → JOG, Depot → SOL, Depot → NG	753	Depot → NG → SOL → JOG	328,5	424,5
3 .	Depot → SBY, Depot → MJK, Depot → JBR	389	Depot → MJK → SBY → JBR	331	58
4.	Depot → KDR, Depot → TLG	200,2	Depot → KDR → TLG	121,7	78,5

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Tabel 10 menyajikan perbandingan efisiensi rute dan jarak tempuh antara Metode *existing* dan Metode *Nearest Neighbor* untuk bulan Juni 2024 minggu keempat yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Rute 1: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → SMG → KDS → JPR) memangkas jarak dari 1.072 km menjadi 425,7 km, sehingga diperoleh penghematan 646,3 km.
- Rute 2: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → NG → SOL → JOG) memangkas jarak dari 753 km menjadi 328,5 km, sehingga diperoleh penghematan 424,5 km.
- Rute 3: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → MJK → SBY → JBR) memangkas jarak dari 389 km menjadi 331 km, sehingga diperoleh penghematan 58 km.
- Rute 4: Metode *Nearest Neighbor* (Depot → KDR → TLG) memangkas jarak dari 200,2 km menjadi 121,7 km, sehingga diperoleh penghematan 78,5 km.

Analisa Biaya Pengiriman

Setelah dilakukan penentuan rute yang optimal dengan menggunakan metode *nearest neighbor*, selanjutnya akan dilakukan perhitungan biaya pengiriman untuk membandingkan antara biaya pengiriman *existing* dengan biaya pengiriman metode usulan [17]. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menentukan biaya pengiriman.

1. Menentukan rute yang akan dianalisa. Sebagai contoh untuk rute JPR – KDS – SMG pada pengiriman bulan Juni minggu pertama. Rincian biaya pengiriman existing pada rute ini adalah sebagai berikut.
   - Biaya Pengiriman Depot → JPR = Rp. 1.900.000
   - Biaya Pengiriman Depot → KDS = Rp. 1.700.000
   - Biaya Pengiriman Depot → SMG = Rp. 1.900.000

   Oleh karena itu, total biaya pengiriman existing untuk rute JPR – KDS – SMG adalah:
   Rp. 1.900.000 + Rp. 1.700.000 + Rp. 1.900.000 = Rp. 5.500.000
2. Selanjutnya menentukan biaya pengiriman dengan rute metode usulan. Hasil rute yang didapatkan dengan menggunakan metode nearest neighbor adalah Depot → SMG → KDS → JPR. Rincian biaya pengiriman pada rute ini adalah sebagai berikut:

Biaya Pengiriman Depot → SMG = Rp. 1.900.000

Selanjutnya untuk menentukan biaya pengiriman SMG → KDS dan KDS → JPR dilakukan perhitungan dengan menggunakan rata-rata biaya per kilometer dari rute terjauh yang akan dikunjungi.

Rute terjauh yang akan dikunjungi adalah Depot → JPR dengan jarak 396 km dan biaya sebesar Rp. 1.900.000. Oleh karena itu, biaya rata-rata per kilometernya adalah Rp. 4.800. Hasil biaya rata-rata per kilometer ini akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan biaya berdasarkan jarak antara SMG → KDS dan KDS → JPR. Jarak antara SMG → KDS adalah 62,6 km, sedangkan jarak antara KDS → JPR adalah 41,1 km

Dengan menggunakan perhitungan di atas, didapatkan hasil sebagai berikut:

- Biaya Pengiriman SMG → KDS = Rp. 300.500
- Biaya Pengiriman KDS → JPR = Rp. 197.500

Oleh karena itu, total biaya pengiriman rute Depot → SMG → KDS → JPR yang didapatkan dengan menggunakan metode nearest neighbor adalah:

Rp. 1.900.000 + Rp. 300.500 + Rp. 197.500 = Rp. 2.398.000

3. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara biaya pengiriman existing dengan biaya pengiriman menggunakan metode usulan untuk menentukan penghematan biaya pengiriman yang didapatkan. Perhitungan penghematan biaya pengiriman yang didapatkan adalah sebagai berikut:

   Rp. 5.500.000 – Rp. 2.398.000 = Rp. 3.102.000

Analisa Waktu Pengiriman

Setelah didapatkan rute-rute yang optimal dengan menggunakan metode *nearest neighbor*, selanjutnya dilakukan perhitungan lamanya waktu pengiriman untuk masingmasing rute yang terbentuk. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menentukan waktu pengiriman.

1. Menentukan rute yang akan dianalisa. Sebagai contoh rute Depot → KDS → JPR pada pengiriman bulan Agustus 2024. Proses pendistribusian diasumsikan berjalan dengan lancar tanpa kendala dengan rata-rata kecepatan armada pengiriman sebesar 50km/jam. Rincian waktu pengiriman pada rute ini adalah sebagai berikut.
   - Waktu Pengiriman Depot → KDS = 8 jam.
   - Waktu Pengiriman KDS → JPR = 50 menit.

   Oleh karena itu, total waktu pengiriman untuk rute Depot → KDS → JPR untuk saat ini adalah sebagai berikut:

   Waktu Pengiriman Depot → KDS + Waktu Pengiriman KDS → JPR

   8 jam + 50 menit = 8 jam 50 menit

2. Selanjutnya menambahkan waktu untuk menurunkan muatan dari armada pengiriman pada masing-masing cabang tujuan pendistribusian. Kegiatan ini memiliki estimasi waktu pengerjaan sebesar 30 menit pada masing-masing cabang tujuan. Oleh karena itu, total waktu pengiriman untuk rute Depot → KDS → JPR adalah sebagai berikut:

   Waktu Pengiriman Depot → KDS → JPR + 2 × (waktu menurunkan muatan)

   8 jam 50 menit + 2 × (30 menit)

   8 jam 50 menit + 60 menit = 9 jam 50 menit

3. Dengan mengikuti langkah-langkah di atas, dilakukan perhitungan waktu pengiriman untuk seluruh rute pengiriman optimal yang didapatkan dengan menggunakan metode *nearest neighbor*.

Tabel 11 menyajikan estimasi total waktu pengiriman untuk 12 pilihan rute optimal yang dihasilkan dari metode *Nearest Neighbor* yang dapat diuraikan sebagai berikut:

- Rute waktu tercepat: Rute 6 (Depot → MJK → SBY) dengan waktu 3 jam 40 menit dan Rute 5 (Depot → KDR → TLG) dengan waktu 3 jam 55 menit.
- Rute waktu terlama: Rute 7 (Depot → SMG → KDS → JPR) dan Rute 9 (Depot → SOL → JOG → SMG) yang masing-masing membutuhkan waktu 11 jam 35 menit.
- Rute waktu menengah: Rute 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, dan 12 memiliki estimasi durasi tempuh yang berkisar antara 7 jam 10 menit hingga 10 jam 35 menit.

Tabel 11. Total Waktu Pengiriman Rute Optimal *Nearest Neighbor*

No.	Rute *Nearest Neighbor*	Total Waktu Pengiriman
1.	Depot → KDS → JPR	9 jam 50 menit
2.	Depot → SOL → JOG	8 jam 25 menit
3.	Depot → NG → SMG	8 jam 10 menit
4.	Depot → TLG → NG	7 jam 10 menit
5.	Depot → KDR → TLG	3 jam 55 menit
6.	Depot → MJK → SBY	3 jam 40 menit
7.	Depot → SMG → KDS → JPR	11 jam 35 menit
8.	Depot → NG → SOL → JOG	8 jam 25 menit
9.	Depot → SOL → JOG → SMG	11 jam 35 menit
10.	Depot → KDR → TLG → NG	7 jam 20 menit
11.	Depot → MJK → SBY → JBR	8 jam 15 menit
12.	Depot → TLG → NG → SMG	10 jam 35 menit

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Berdasarkan Tabel 11, dapat diketahui bahwa waktu tempuh pengiriman tercepat adalah rute Depot → MJK → SBY dengan waktu pengiriman sebesar 3 jam 40 menit. Sedangkan untuk waktu tempuh pengiriman terlama adalah rute Depot → SOL → JOG → SMG dengan waktu pengiriman sebesar 11 jam 35 menit.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pendistribusian menjadi salah satu faktor penting dalam perusahaan karena akan mempengaruhi jumlah keuntungan atau laba yang akan didapatkan oleh UKM yang terdapat di wilayah Bawean Gresik. Selama proses pendistribusian di setiap harinya, beberapa UKM di wilayah Bawean Kabupaten Gresik menggunakan jasa armada pengiriman untuk mendistribusikan produknya. Pemesanan produk dilakukan melalui bagian *marketing* yang kemudian dilanjutkan ke bagian penjualan antar area yang berhubungan langsung dengan bagian pergudangan di UKM di wilayah Bawean yanng memproduksi berbagai hasil kerajinan maupun olahan pangan menggunakan metode *make to stock*. Ketika persediaan produk yang ada di bagian gudang memenuhi jumlah permintaan, maka pengiriman akan dilaksanakan. Proses pendataan pemesanan hingga proses produk kerajinan dan olahan pangan akan dikirim ke beberapa area pemsaan dengan durasi waktu tertentu

Selama ini beberapa UKM di wilayah Bawean Kabupaten Gresik menggunakan satu buah armada pengiriman untuk satu tujuan cabang saja. Hal ini dirasa kurang efektif dan efisien dikarenakan masih banyaknya kapasitas armada yang tidak dimaksimalkan. Dengan menggabungkan beberapa titik tujuan cabang dalam satu kali pengiriman dan menjadwalkan pengiriman selama jangka waktu seminggu terlebih dahulu, perusahaan dapat menghemat biaya pengiriman yang akan dikeluarkan.

Dengan metode *saving matrix*, dihasilkan 12 kelompok rute distribusi yang optimal berdasarkan matrik penghematannya. Dari 12 rute yang dihasilkan, terdapat beberapa titik cabang yang selalu tergabung kedalam kelompok rute yang sama. Titik-titik cabang tersebut adalah cabang JPR dengan cabang KDS dan cabang SBY dengan cabang MJK. Titik-titik cabang tersebut dapat dikelompokkan menjadi beberapa cluster tujuan pengiriman. Cabang JPR – KDS sebagai *Cluster* 1 dan cabang SBY – MJK sebagai *Cluster* 2.

Tabel 12 memuat ringkasan 12 opsi kelompok rute pendistribusian yang terbentuk menggunakan metode *Saving Matrix* dimana terdapat pengelompokan rute sebagai berikut:

1. Rute 2 Tujuan (No. 1–6) dengan mengelompokkan dua cabang terdekat dalam satu rute, seperti JPR–KDS, JOG–SOL, SMG–NG, TLG–NG, KDR–TLG, dan SBY–MJK.

2. Rute 3 Tujuan (No. 7–12) dengan menggabungkan rute yang lebih luas dengan menghubungkan tiga lokasi tujuan sekaligus, seperti JPR–KDS–SMG, JOG–SOL–NG, SOL–SMG–JOG, KDR–TLG–NG, SBY–MJK–JBR, dan SMG–NG–TLG.

Tabel 12. Kelompok Rute Pendistribusian Berdasarkan Metode *Saving Matrix*

No.	Kelompok Rute
1.	JPR – KDS
2.	JOG – SOL
3.	SMG – NG
4.	TLG – NG
5.	KDR – TLG
6.	SBY – MJK
7.	JPR – KDS – SMG
8.	JOG – SOL – NG
9.	SOL – SMG – JOG
10.	KDR – TLG – NG
11.	SBY – MJK – JBR
12.	SMG – NG – TLG

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Setelah diolah menggunakan metode *saving matrix*, selanjutnya kelompok-kelompok rute yang telah didapatkan diolah kembali menggunakan metode *nearest neighbor*. Metode tersebut digunakan untuk mengurutkan rute pendistribusian serta untuk mendapatkan jarak pendistribusian yang optimal dari masing-masing kelompok rute yang telah ditentukan sebelumnya menggunakan metode *saving matrix*. Metode *nearest neighbor* akan menghasilkan jarak tempuh pendistribusian yang optimal dikarenakan rute pendistribusian akan dianalisa terlebih dahulu berdasarkan jaraknya.

Tabel 13 merupakan hasil pengurutan rute pendistribusian dengan menggunakan metode *nearest neighbor*.

Tabel 13 Hasil Pengolahan Rute Pendistribusian Metode *Nearest Neighbor*

No.	Rute *Neiresy Neighbor*
1.	Depot → KDS → JPR
2.	Depot → SOL → JOG
3.	Depot → NG → SMG
4.	Depot → TLG → NG
5.	Depot → KDr → TLG
6.	Depot → MJK → SBY
7.	Depot → SMG → KDS → JPR
8.	Depot → NG → SOL → JOG
9.	Depot → SOL → JOG → SMG
10.	Depot → KDR → TLG → NG
11.	Depot → MJK → SBY → JBR
12.	Depot → TLG → NG → SMG

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Setelah diolah menggunakan kedua metode tersebut, hasil penghematan yang dihasilkan dibandingkan untuk memilih metode mana yang menghasilkan penghematan jarak yang lebih besar. Berdasarkan perhitungan, metode *nearest neighbor* menghasilkan penghematan jarak sebesar 10.854,7 km. menghasilkan penghematan jarak sebesar 6.874,5 km. Metode *nearest neighbor* menghasilkan jarak tempuh yang lebih optimal dikarenakan rute pendistribusian yang dihasilkan adalah menuju titik terdekat dari titik awal pendistribusian dan seterusnya. Oleh karena itu rute pendistribusian yang dipilih untuk dibandingkan biaya pengirimannya dengan metode *existing* adalah rute pendistribusian dengan metode *nearest neighbor*

Setelah mendapatkan rute yang optimal dengan menggunakan metode nearest neighbor, dilakukan perhitungan biaya pengiriman kerajinan dan olahan pangan berdasarkan rute metode existing dan rute hasil metode *nearest neighbor*. Biaya pengiriman menggunakan metode nearest neighbor akan lebih kecil dikarenakan jarak tempuh yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan jarak

tempuh pendistribusian *existing*. Hal ini disebabkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan adalah biaya jasa armada pengiriman saja. Jasa armada pengiriman yang digunakan perusahaan tersebut menggunakan jarak tempuh armada sebagai patokan biaya pengirimannya. Hal ini menyebebkan semakin kecil jarak tempuh yang akan dilalui oleh armada truk pengiriman, maka akan semakin kecil pula biaya pengiriman yang akan dibebankan kepada UKM di wilayah Bawean Kanupaten Gresik.

Tabel 14 Hasil Perhitungan Metode Existing

	Metode *Existing*	**Metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor***
Total Jarak	24.303,6 km	13.448,9 km
Jumlah Rute	11	4 - 5
Total Biaya Pengiriman	Rp. 158.400.000	Rp. 93.696.850

Sumber: Data Observasi Lapangan (2024)

Berdasarkan Tabel 14 dapat diketahui hasil pengolahan menggunakan *saving matrix* dan *nearest neighbor* dalam penyusunan rute pendistribusian memberikan total jarak yang lebih pendek dan biaya pengiriman yang lebih kecil dibanding dengan total jarak dan biaya pengiriman dengan metode *existing*. Setelah pengolahan menggunakan metode *saving matrix* dan *nearest neighbor*, total jarak tempuh lebih pendek 10.854,7 km atau 44,66% lebih pendek dari jarak tempuh awal dan total biaya pengiriman lebih hemat Rp. 64.703.150 atau 40,85% lebih kecil biayanya dibandingkan total biaya pengiriman awal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari Penelitian Tesis Magister yang telah dilakukan ini, maka kesimpulan yang dapat diambil yaitu penerapan metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor* terbukti mengoptimalkan distribusi produk UKM Bawean secara signifikan. Dengan mengidentifikasi rute berkategori penghematan tertinggi seperti JPR–KDS dan SMG–JPR, sistem distribusi yang semula terdiri dari 11 rute terpisah dapat disederhanakan menjadi 4 hingga 5 rute per minggu dengan melakukan pengelolaan terhadap total 12 kelompok rute optimal yang menyesuaikan jumlah permintaan harian. Penataan ulang ini membawa efisiensi langsung pada anggaran operasional karena biaya jasa armada dihitung berdasarkan jarak tempuh kendaraan. Melalui perancangan rute usulan ini, total jarak tempuh distribusi berhasil dipangkas sebesar 10.854,7 km atau lebih pendek 44,66% dari jarak semula. Alhasil, perusahaan mampu menekan pengeluaran logistik secara substansial dengan menghemat biaya pengiriman sebesar Rp 64.703.150, yang setara dengan penurunan sebesar 40,85% jika dibandingkan dengan penggunaan metode *existing* sebelumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Kemenristek DIKTI atas bantuan hibah Penelitian Tesis Magister dengan Nomor Kontrak 109/ES/PG.02.00.PL/2024, terimakasih kepada ITATS sebagai institusi tempat penulis bernaung serta kepada beberapa pihak UKM di wilayah Bawean Kabupaten Gresik, serta pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu atas bantuan maupun dukungannya terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kasih, P. H., & Maulidina, Y. (2023). Penentuan Rute Pengiriman untuk Meminimasi Jarak Tempuh Transportasi menggunakan Metode Saving Matrix. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 9*(1), 53-62.

[2] Adi, T. W., Aristantia, S. E., & Taufiqurrahman, M. A. (2023). Analisis Rute Distribusi BBM di Pertashop Menggunakan Metode Saving Matrik. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, 51-56.

[3] Hidayat, A. P., Santosa, S. H., & Siskandar, R. (2021). Penentuan Rute Kendaraan Menggunakan Saving Matrix Terhadap Jasa Pengiriman Barang. *Jurnal Sains Indonesia, 2*(3), 113-117.

[4] Novianti, N., Kamila, A. N., Febrianti, S., & Fauzi, M. (2021). Penerapan Metode Saving Matrix Sebagai Program Pengurangan Biaya Distribusi di Perusahaan Kosmestik. *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, 1*(1), 23-34.

[5] Pramudyo, C. S., Tanggono, H. A., & Asy'ari, M. H. (2022). Penentuan Rute Pengiriman Beras Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Mixed Integer Linear Programming. *Jurnal Transportasi Multimoda, 19*(2), 1-6.

[6] Rhamdani, J. N., Munigar, N. F., Untari, N. D., & Fauzi, M. (2023). Analisis Rute Dan Biaya Pada Distribusi Produk Benang di PT SPMI Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix. *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, 3*(1), 103-111.

[7] Lestari, P., Hasibuan, A., & Harahap, B. (2022). Analisis Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Nearest Neighbor di PT Medan Juta Rasa Tanjung Morawa. Factory. *Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri, 1*(1), 26- 32.

[8] Billa, A. F. S., Saragih, N. I., & Muttaqin, P. S. (2022). Product Delivery Distribution Route Design at UD. XYZ Use the Saving Matrix Method to Minimize Distribution Costs. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering, 4*(3), 305-318.

[9] Ramdani, W. R., Rizwan, R., Khobir, M. F., & Fauzi, M. (2021). Implementation of the Saving Matrix Method to Determine Vehicle Routes. *Devotion: Journal of Research and Community Service, 3*(1), 23-31.

[10] Hadi, R., Saryanti, I. G. A. D., & Kusuma, I. G. N. A. (2022). Implementasi Aplikasi Sederhana Dengan Klasifikasi Penjualan Berbasis K-Nearest Neighbor pada Aplikasi Desktop. *Journal of Innovation Research and Knowledge, 1*(9), 1015-1022.

[11] Bahtiar, R. (2023). Implementasi Data Mining untuk Prediksi Penjualan Kusen Terlaris Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *Jurnal Informatika Multi, 1*(3), 203-214.

[12] Alamsyah, P., & Arifin, J. (2023). Analisis Pendistribusian Produk Kepada Konsumen Menggunakan Metode Nearest Neighbor di PT. Bukit Muria Jaya. *Jurnal Pendidikan Tambusai, 7*(3), 26027-26038.

[13] Ariyanto, D. (2024). Optimalisasi Penentuan Rute Distribusi Roti Bakar Dengan Metode Saving Matrix dan Algoritma Nearest Neighbor pada Pabrik Roti Bakar Azhari. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Inovasi, 2*(1), 1-11.

[14] Perdana, V. A., Hunusalela, Z. F., & Prasasty, A. T. (2021). Penerapan Metode Saving Matrix dan Algoritma Nearest Neighbor Dalam Menentukan Rute Distribusi untuk Meminimalkan Biaya Transportasi pada PT. XYZ. *JATI UNIK: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, 4*(2), 91-105.

[15] Supardi, E., & Sianturi, R. C. (2020). Metode saving matrix dalam penentuan rute distribusi premium di Depot SPBU Bandung. *Jurnal Logistik Bisnis, 10*(1), 89-98.

[16] Azhar, F. J., Astari, A. N., Rizky, C. A., & Fauzi, M. (2023). Penentuan Rute Terbaik Pada Distribusi Produk X di PT BCD Menggunakan Metode Saving Matrix dan Nearest Neighbors. *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, 3*(1), 702-711.]

[17] Afandy, F. R., & Fayaqun, R. (2023). Optimasi Pendistribusi Barang Dengan Metode Clarke And Wright (Saving Heuristic) dan Metode Nearest Neighbour. *Jurnal Locus Penelitian dan Pengabdian, 2*(8), 833-845