



Optimasi Pengelompokan Kelompok Tani Jagung Kabupaten Sumenep Menggunakan Metode *P-Center*

Tri Nugraha Ibnu Abdillah¹ dan Evi Yuliawati^{2*}

^{1,2}Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arif Rahman Hakim No. 100 Surabaya, 60117, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
90 – 99

Tanggal penyerahan:
18 Mei 2026

Tanggal diterima:
22 Juni 2026

Tanggal terbit:
30 September 2026

EMAIL

¹tri.nugraha01a@gmail.com

²eviyulia103@itats.ac.id*

*) *Corresponding Author*

ABSTRACT

Corn is one of the strategic agricultural commodities in Indonesia, especially in East Java Province. Sumenep Regency has a significant potential for corn production, but the existing distribution system still faces various obstacles, such as relatively long distribution distances, uneven distribution of farmer groups, and suboptimal distribution center locations. This study aims to optimize the corn distribution network in Sumenep Regency using the *P-Center* method to determine optimal distribution center locations. The data used include 483 farmer groups, production capacity, land area, geographic coordinates, and distances between locations. The *P-Center* method was applied to minimize the maximum distance between farmer groups and distribution centers so that service coverage becomes more efficient. The results showed that 483 farmer groups can be grouped into 14 distribution clusters with 14 optimal service centers representing the entire study area. The resulting grouping is able to form a more structured service area based on geographic proximity between farmer groups, thereby supporting efficient distribution management and corn supply chain network planning. The results showed that the *P-Center* method is effective in determining distribution centers to support a more organized and efficient corn distribution system in Sumenep Regency.

Keywords: corn distribution, optimization, *P-Center*, supply chain, transportation.

ABSTRAK

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian strategis di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Sumenep memiliki potensi produksi jagung yang cukup besar, namun sistem distribusi yang berjalan masih menghadapi berbagai kendala, seperti jarak distribusi yang relatif jauh, persebaran kelompok tani yang tidak merata, serta belum optimalnya penentuan pusat distribusi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jaringan distribusi jagung di Kabupaten Sumenep menggunakan metode *P-Center* dalam menentukan lokasi pusat distribusi yang optimal. Data yang digunakan meliputi 483 kelompok tani, kapasitas produksi, luas lahan, koordinat geografis, dan jarak antar lokasi. Metode *P-Center* diterapkan untuk meminimalkan jarak maksimum antara kelompok tani dan pusat distribusi sehingga cakupan pelayanan menjadi lebih efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 483 kelompok tani dapat dikelompokkan ke dalam 14 *cluster* distribusi dengan 14 pusat layanan optimal yang mewakili seluruh wilayah penelitian. Pengelompokan yang dihasilkan mampu membentuk wilayah layanan yang lebih terstruktur berdasarkan kedekatan geografis antar kelompok tani, sehingga mendukung efisiensi pengelolaan distribusi dan perencanaan jaringan rantai pasok jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *P-Center* efektif digunakan dalam penentuan pusat distribusi untuk mendukung sistem distribusi jagung yang lebih terorganisir dan efisien di Kabupaten Sumenep.

Kata kunci: distribusi jagung, optimasi, *P-Center*, rantai pasok, transportasi.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi di Indonesia karena berperan sebagai penyedia kebutuhan pangan, pembuka lapangan pekerjaan, serta penyumbang devisa negara melalui kegiatan ekspor hasil pertanian [1]. Pengembangan sektor pertanian juga mampu menjadi dasar pertumbuhan ekonomi pedesaan melalui pengembangan usaha berbasis pertanian sehingga keberadaan sektor ini memiliki pengaruh besar terhadap kesejahteraan masyarakat [2].

Salah satu komoditas pertanian yang memiliki peranan penting di Indonesia adalah jagung. Jagung merupakan komoditas pangan utama setelah padi yang memiliki fungsi multiguna, baik sebagai bahan pangan, pakan ternak, maupun bahan baku industri. Selain itu, tanaman jagung relatif mudah dibudidayakan karena tidak memerlukan perawatan yang terlalu kompleks serta memiliki masa panen yang relatif singkat sekitar tiga bulan [3].

Tabel 1. Jumlah produksi jagung di Indonesia

Tahun	Total Produksi
2018	30,08 Juta Ton
2019	19,61 Juta Ton
2020	22,5 Juta Ton
2021	23,04 Juta Ton
2022	23,1 Juta Ton
2023	23,76 Juta Ton

Sumber: Badan Pusat Statistik (Data Diolah)

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi jagung nasional mengalami fluktuasi dalam beberapa tahun terakhir (Tabel 1). Pada tahun 2018 produksi jagung nasional mencapai 30,08 juta ton, kemudian mengalami penurunan menjadi 19,61 juta ton pada tahun 2019. Namun sejak tahun 2020 hingga 2023 produksi jagung nasional terus mengalami peningkatan menjadi 23,76 juta ton pada tahun 2023. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa komoditas jagung masih menjadi salah satu sektor pertanian strategis yang terus berkembang di Indonesia.

Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu daerah penyumbang produksi jagung terbesar di Indonesia dengan kontribusi sebesar 6,7 juta ton atau sekitar 29% dari total produksi jagung nasional pada tahun 2022 [3]. Tingginya produksi jagung di Jawa Timur dipengaruhi oleh kontribusi dari berbagai kabupaten penghasil jagung, salah satunya adalah Kabupaten Sumenep.

Rantai pasok jagung di Jawa Timur melibatkan beberapa pelaku distribusi mulai dari petani, pengepul desa, pengepul kecamatan, pedagang besar, koperasi, hingga pabrik pakan ternak. Sebagian besar petani masih bergantung pada pengepul desa untuk menjual hasil panennya karena proses transaksi yang lebih mudah dan akses distribusi yang lebih dekat. Namun kondisi tersebut menyebabkan harga jual jagung yang diterima petani menjadi relatif rendah akibat adanya perbedaan harga pada setiap rantai distribusi [4].

Kabupaten Sumenep merupakan salah satu daerah penghasil jagung di Madura yang memiliki potensi produksi cukup besar. Namun, kondisi distribusi jagung yang berjalan saat ini masih menghadapi berbagai kendala [5]. Persebaran kelompok tani yang tidak merata menyebabkan jarak distribusi antarwilayah relatif bervariasi, sehingga proses pengumpulan dan penyaluran hasil panen membutuhkan biaya transportasi yang cukup besar. Selain itu, kondisi geografis Kabupaten Sumenep yang mencakup wilayah daratan yang luas menyebabkan waktu tempuh distribusi menjadi lebih panjang, terutama pada wilayah yang berada jauh dari pusat perdagangan dan pengumpulan hasil pertanian. Distribusi hasil panen jagung di Kabupaten Sumenep masih menghadapi berbagai permasalahan, terutama terkait efisiensi jaringan distribusi dan rendahnya harga jual jagung di tingkat petani. Sebagian besar petani memilih menjual hasil panen kepada tengkulak dibandingkan langsung kepada distributor resmi atau gudang perusahaan karena keterbatasan akses distribusi dan jarak tempuh yang cukup jauh [6].

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, penelitian mengenai optimasi jaringan distribusi komoditas pertanian telah banyak dilakukan menggunakan berbagai metode penentuan

lokasi fasilitas. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji penentuan pusat distribusi jagung berbasis data kelompok tani dengan pendekatan *P-Center* di Kabupaten Sumenep masih sangat terbatas. Hingga saat ini belum ditemukan model optimasi lokasi pusat distribusi yang mempertimbangkan persebaran kelompok tani secara menyeluruh untuk meminimalkan jarak pelayanan distribusi jagung di wilayah tersebut. Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) berupa belum adanya kajian yang mengintegrasikan data spasial kelompok tani dalam penentuan pusat distribusi jagung menggunakan metode *P-Center* di Kabupaten Sumenep. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan lokasi pusat distribusi yang optimal sehingga dapat mendukung efisiensi jaringan distribusi jagung berdasarkan kedekatan geografis kelompok tani.

Permasalahan distribusi tersebut menyebabkan rantai pasok jagung menjadi kurang efisien karena proses distribusi yang panjang dapat meningkatkan biaya transportasi serta memperpanjang waktu pengiriman. Selain itu, lokasi pusat distribusi yang belum optimal juga menyebabkan jarak distribusi antar wilayah menjadi lebih besar sehingga berdampak pada tingginya biaya logistic [7].

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu metode yang mampu membantu menentukan pusat distribusi yang optimal agar proses distribusi jagung menjadi lebih efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *P-Center*. Metode *P-Center* merupakan metode optimasi lokasi yang bertujuan meminimalkan jarak maksimum antara titik permintaan dengan fasilitas distribusi terdekat. Dengan menggunakan metode ini, lokasi pusat distribusi dapat ditentukan secara optimal berdasarkan kedekatan geografis kelompok tani sehingga diharapkan mampu mengurangi jarak distribusi, menurunkan biaya transportasi, serta meningkatkan efisiensi jaringan rantai pasok jagung di Kabupaten Sumenep [8].

Penelitian ini berfokus pada penerapan metode *P-Center* dalam menentukan lokasi pusat distribusi jagung yang optimal di Kabupaten Sumenep. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi petani, distributor, maupun pemerintah daerah dalam meningkatkan efisiensi distribusi hasil pertanian serta mendukung pengembangan sistem rantai pasok jagung yang lebih efektif dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *P-Center* untuk menentukan lokasi pusat distribusi jagung yang optimal berdasarkan persebaran kelompok tani di Kabupaten Sumenep. Metode *P-Center* dipilih karena mampu meminimalkan jarak maksimum antara titik permintaan (*demand point*) dan pusat pelayanan (*service center*), sehingga distribusi dapat dilakukan secara lebih efisien. Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi pengumpulan data, pengolahan data spasial, pembentukan matriks jarak, penentuan jumlah pusat distribusi, optimasi menggunakan metode *P-Center*, serta analisis hasil optimasi.

Pengumpulan Data Kelompok Tani

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data kelompok tani yang diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Sumenep. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang meliputi nama kelompok tani, lokasi kelompok tani, luas lahan, dan kapasitas produksi jagung. Data kelompok tani digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi persebaran titik produksi jagung yang nantinya akan menjadi titik permintaan (*demand point*) dalam model *P-Center*. Pada penelitian ini terdapat 483 kelompok tani yang tersebar di berbagai kecamatan di Kabupaten Sumenep. Output dari tahap ini adalah database kelompok tani yang akan digunakan dalam proses analisis spasial dan optimasi lokasi.

Penentuan Titik Koordinat Kelompok Tani

Setelah data kelompok tani diperoleh, dilakukan identifikasi posisi geografis masing-masing kelompok tani menggunakan aplikasi *Google Maps*. Setiap kelompok tani ditentukan titik koordinatnya dalam bentuk lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*). Koordinat geografis digunakan untuk merepresentasikan posisi aktual kelompok tani pada peta dan menjadi dasar dalam perhitungan jarak antar lokasi. Penggunaan koordinat geografis memungkinkan proses analisis dilakukan secara

objektif berdasarkan lokasi sebenarnya di lapangan. *Output* dari tahap ini adalah data koordinat geografis seluruh kelompok tani yang terdiri atas pasangan nilai lintang dan bujur.

Perhitungan Matriks Jarak Menggunakan Rumus *Haversine*

Tahap berikutnya adalah menghitung jarak antar seluruh kelompok tani menggunakan rumus Haversine. Rumus Haversine digunakan karena mampu menghitung jarak terpendek antara dua titik di permukaan bumi berdasarkan koordinat geografis. Secara matematis, rumus Haversine dinyatakan sebagai berikut:

$$d = 2R \cdot \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta lat}{2} \right) + \cos(lat_1) \cos(lat_2) \sin^2 \left(\frac{\Delta lon}{2} \right)} \right) \quad \dots\dots (1)$$

Keterangan:

d = Jarak antara dua titik (km)

R = Jari-Jari Bumi (6.371 km)

lat_1 = Lintang lokasi pertama

lat_2 = Lintang lokasi kedua

$\Delta lat = lat_2 - lat_1$

$\Delta lon = lon_2 - lon_1$

lon_1 = Bujur lokasi pertama

lon_2 = Bujur lokasi kedua

Perhitungan dilakukan untuk seluruh pasangan kelompok tani sehingga menghasilkan matriks jarak berukuran 483×483 . Matriks ini menunjukkan jarak antar seluruh kelompok tani dan menjadi input utama dalam model *P-Center*. *Output* tahap ini adalah matriks jarak yang menggambarkan hubungan spasial antar kelompok tani.

Pengolahan Model *P-Center* Menggunakan *AnyLogistix*

Data koordinat dan matriks jarak yang telah diperoleh kemudian diolah menggunakan software *AnyLogistix*. Metode *P-Center* digunakan untuk menentukan lokasi pusat distribusi yang optimal dengan tujuan meminimalkan jarak maksimum antara kelompok tani dan pusat distribusi [9].

Model *P-Center* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\min = Z \quad \dots\dots (2)$$

dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^n y_j = p \quad \dots\dots (3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \dots\dots (4)$$

$$x_{ij} \leq y_j \quad \dots\dots (5)$$

Keterangan:

X_{ij} = Variabel alokasi kelompok tani i ke pusat distribusi j

Y_j = Variabel lokasi pusat distribusi

p = Jumlah pusat distribusi yang ditentukan

Z = Jarak maksimum yang diminimalkan

Proses optimasi dilakukan oleh *AnyLogistix* untuk memilih lokasi pusat distribusi yang mampu memberikan cakupan pelayanan terbaik terhadap seluruh kelompok tani. *Output* tahap ini berupa lokasi pusat distribusi terpilih, anggota kelompok masing-masing *cluster*, dan hasil pengelompokan wilayah distribusi.

Validasi dan Interpretasi Hasil Pengelompokan

Hasil optimasi yang diperoleh kemudian divalidasi untuk memastikan bahwa seluruh kelompok tani telah teralokasi pada pusat distribusi yang sesuai. Validasi dilakukan dengan memeriksa hasil pengelompokan dan hubungan antara anggota cluster dengan pusat distribusinya. Selanjutnya dilakukan interpretasi terhadap hasil *cluster* yang terbentuk untuk mengetahui karakteristik wilayah

distribusi, jumlah anggota pada masing-masing cluster, serta keterwakilan wilayah layanan yang dihasilkan [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil dan pembahasan ini menjelaskan proses pengelompokan kelompok tani jagung Madura di Kabupaten Sumenep menggunakan metode *P-Center*. Metode ini digunakan untuk menentukan pusat distribusi terbaik berdasarkan jarak minimum maksimum antar kelompok tani sehingga distribusi hasil panen menjadi lebih efisien.

Rekapitulasi Data Kelompok Tani

Data penelitian diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Sumenep yang terdiri dari 483 kelompok tani pada 84 desa dan 14 kecamatan. Total luas lahan garapan mencapai 59.647,1 hektar dengan total hasil panen sebesar 119.294,2 ton. Data tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan kedekatan wilayah untuk mempermudah proses analisis distribusi.

Pengelompokan Kelompok Tani Jagung Madura Kabupaten Sumenep

Tahapan awal metode *P-Center* dilakukan dengan mengelompokkan wilayah berdasarkan kedekatan geografis. Pengelompokan dilakukan menggunakan titik koordinat latitude dan longitude yang diperoleh dari *Google Maps*. Tujuan pengelompokan ini adalah untuk mengurangi jarak distribusi dan menentukan lokasi pusat distribusi yang mampu melayani seluruh kelompok tani dengan jarak maksimum minimum.

Dalam penelitian ini wilayah dibagi menjadi 5 *cluster*, yaitu wilayah Barat Laut, Tengah, Utara, Timur Laut, dan Selatan. Setiap *cluster* terdiri dari kelompok tani yang memiliki jarak relatif dekat satu sama lain sehingga memudahkan proses distribusi hasil panen. Pengelompokan Kelompok Tani dalam 5 cluster seperti dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengelompokan Kelompok Tani berdasarkan Batasan Wilayah Terdekat

Sumber: Google Maps

Perhitungan Matriks Jarak Antar Kelompok Tani

Tahap awal dalam penelitian ini adalah melakukan perhitungan matriks jarak antar kelompok tani jagung di Kabupaten Sumenep. Perhitungan jarak dilakukan menggunakan rumus Haversine untuk memperoleh jarak geografis berdasarkan koordinat lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*) setiap kelompok tani.

Rumus Haversine digunakan karena mampu menghitung jarak antar dua titik pada permukaan bumi berdasarkan koordinat geografis secara akurat. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan radius bumi sebesar 6.371 km [11].

Rumus Haversine:

$$d = 2R \cdot \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta lat}{2} \right) + \cos(lat_1) \cos(lat_2) \sin^2 \left(\frac{\Delta lon}{2} \right)} \right) \quad \dots\dots (6)$$

Dengan:

- R Jari-jari Bumi, (*Radius of the Earth*) = 6371 km

- Latitude Kelompok Tani 1 = -7.0650°
- Latitude Kelompok Tani 2 = -7.0550°
- Longitude Kelompok Tani 1 = 113.5450°
- Longitude Kelompok Tani 2 = 113.5900°
- Lintang & bujur dalam radian

Mengubah Derajat ke Radian

$$\text{Lat1} = -7.0650^\circ \times \frac{\pi}{180} = -0.1233$$

$$\text{Lat2} = -7.0550^\circ \times \frac{\pi}{180} = -0.1231$$

$$\text{Lon1} = 113.5450^\circ \times \frac{\pi}{180} = 1.9826$$

$$\text{Lon2} = 113.5900^\circ \times \frac{\pi}{180} = 1.9834$$

Hitung Selisih

$$\Delta\text{lat} = \text{lat2} - \text{lat1} = 0.0002$$

$$\Delta\text{lon} = \text{lon2} - \text{lon1} = 0.0008$$

Substitusi ke Rumus

$$a = \sin^2\left(\frac{0.0002}{2}\right) + \cos(-0.1233) \cos(-0.1231) \sin^2\left(\frac{0.0008}{2}\right)$$

$$a = 0.00000058$$

Perhitungan Jarak

$$d = 2 \times 6371 \times \arcsin(\sqrt{0.00000058})$$

$$d = 9.7 \text{ km}$$

Hasil rekapan matrix jarak dapat dijabarkan pada Gambar 2 dibawah ini :

Jarak (Km)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483
1	0	9,7	10,6	9,9	9,6	10,1	11,2	2,8	3,4	3,4	...	37,2	28,5	38,7	37,1	38,6	39,6	40,4	40,5	40,3	41,5
2	9,7	0,0	3,6	4,3	4,6	4,0	2,9	10,1	9,5	9,6	...	34,1	35,4	35,6	34,0	35,5	36,5	37,3	37,4	37,2	38,4
3	10,6	3,6	0,0	0,8	1,0	0,5	0,7	6,5	5,9	6,0	...	37,7	38,9	39,2	37,6	39,1	40,1	40,9	41,0	40,8	42,0
4	9,9	4,3	0,8	0,0	0,3	0,3	1,4	5,8	5,2	5,2	...	38,4	39,7	39,9	38,3	39,8	40,8	41,5	41,8	41,5	42,7
5	9,6	4,6	1,0	0,3	0,0	0,6	1,6	5,5	4,9	5,0	...	38,7	39,7	40,2	38,6	40,1	41,1	41,9	42,0	41,8	43,0
6	10,1	4,0	0,5	0,3	0,6	0,0	1,1	6,1	5,5	5,5	...	38,1	39,4	29,7	38,0	39,5	40,6	41,3	41,5	41,2	42,4
7	11,2	2,9	0,7	1,4	1,6	1,1	0,0	7,2	6,6	6,6	...	37,0	38,3	38,6	36,9	38,4	39,5	40,2	40,4	40,1	41,3
8	2,8	10,1	6,5	5,8	5,5	6,1	7,2	0,0	0,6	0,7	...	39,9	41,2	41,5	39,8	41,3	42,4	43,1	43,3	43,0	44,2
9	3,4	9,5	5,9	5,2	4,9	5,5	6,6	0,6	0,0	0,5	...	40,5	41,8	42,1	40,4	41,9	42,0	43,7	43,9	43,6	44,8
10	3,4	9,6	6,0	5,2	5,0	5,5	6,6	0,7	0,5	0,0	...	40,6	41,8	42,1	40,5	42,0	43,0	42,8	43,9	43,7	44,9
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
474	37,2	34,1	37,7	38,4	38,7	38,1	37,0	39,9	40,5	40,6	...	0,0	1,2	1,5	0,7	6,1	7,2	8,0	4,9	4,6	5,8
475	28,5	35,4	38,9	39,7	39,7	39,4	38,3	41,2	41,8	41,8	...	1,2	0,0	1,6	1,7	3,7	4,4	5,1	4,2	4,0	5,2
476	38,7	35,6	39,2	39,9	40,2	29,7	38,6	41,5	42,1	42,1	...	1,5	1,6	0,0	2,0	6,0	5,9	6,7	3,5	3,3	4,5
477	37,1	34,0	37,6	38,3	38,6	38,0	36,9	39,8	40,4	40,5	...	0,7	1,7	2,0	0,0	8,0	7,9	8,7	5,5	5,3	6,5
478	38,6	35,5	39,1	39,8	40,1	39,5	38,4	41,3	41,9	42,0	...	6,1	3,7	6,0	8,0	0,0	0,8	1,5	3,1	3,6	4,1
479	39,6	36,5	40,1	40,8	41,1	40,6	39,5	42,4	42,0	43,0	...	7,2	4,4	5,9	7,9	0,8	0,0	0,9	2,3	2,9	3,2
480	40,4	37,3	40,9	41,5	41,9	41,3	40,2	43,1	43,7	42,8	...	8,0	5,1	6,7	8,7	1,5	0,9	0,0	2,9	3,7	4,0
481	40,5	37,4	41,0	41,8	42,0	41,5	40,4	43,3	43,9	43,9	...	4,9	4,2	3,5	5,5	3,1	2,3	2,9	0,0	0,5	1,3
482	40,3	37,2	40,8	41,5	41,8	41,2	40,1	43,0	43,6	43,7	...	4,6	4,0	3,3	5,3	3,6	2,9	3,7	0,5	0,0	1,3
483	41,5	38,4	42,0	42,7	43,0	42,4	41,3	44,2	44,8	44,9	...	5,8	5,2	4,5	6,5	4,1	3,2	4,0	1,3	1,3	0,0

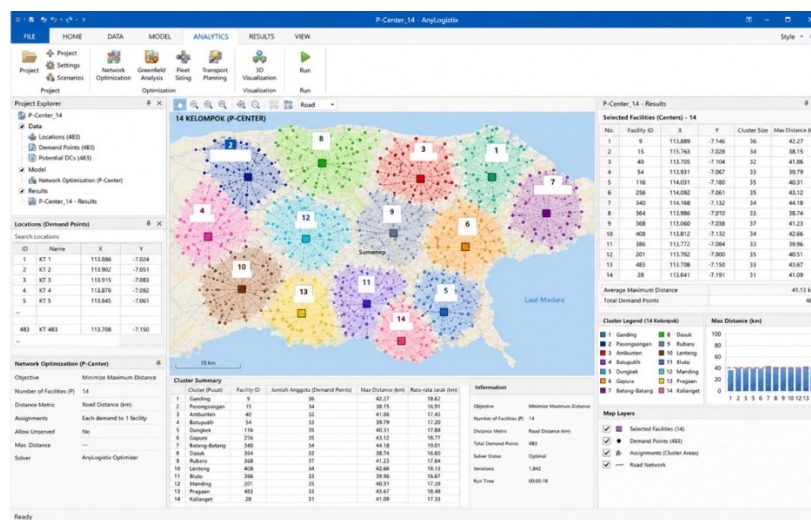
Gambar 2. Rekapan Matrix jarak

Berdasarkan hasil matriks jarak tersebut diketahui bahwa jarak antar kelompok tani memiliki variasi yang berbeda-beda tergantung lokasi geografis masing-masing wilayah. Matriks jarak ini menjadi dasar dalam menentukan pusat distribusi optimal menggunakan metode *P-Center*.

Pengelompokan Kelompok Tani dengan Metode *P-Center*

Setelah matriks jarak diperoleh, tahap selanjutnya adalah melakukan pengelompokan kelompok tani menggunakan metode *P-Center*. Metode ini bertujuan untuk menentukan pusat distribusi yang mampu meminimalkan jarak maksimum antara kelompok tani dan fasilitas distribusi terdekat. Pada penelitian ini ditentukan sebanyak 14 pusat kelompok tani yang mewakili seluruh kelompok tani di Kabupaten Sumenep. Jumlah pusat distribusi tersebut disesuaikan dengan jumlah kecamatan yang memiliki kelompok tani jagung aktif. Analisis metode *P-Center* dilakukan menggunakan fitur *Network Optimization* pada software *AnyLogistix* dengan objektif minimasi jarak maksimum distribusi. Penggunaan software dilakukan untuk mempermudah pengolahan data matriks jarak yang berjumlah besar.

Metode *P-Center* bekerja dengan menentukan titik pusat distribusi berdasarkan kedekatan geografis antar kelompok tani sehingga distribusi jagung dapat dilakukan secara lebih efisien. Hasil optimasi menunjukkan bahwa setiap kelompok tani dialokasikan ke pusat distribusi terdekat dengan jarak maksimum minimum.



Gambar 3. Pengelompokan dengan metode *P-Center* menggunakan *AnyLogistix*

Berdasarkan hasil visualisasi pengelompokan menggunakan metode *P-Center* diperoleh 14 kelompok distribusi dengan pusat layanan optimal pada masing-masing cluster (Tabel 3). Pengelompokan ini mampu mengurangi jarak distribusi dan meningkatkan efisiensi pengumpulan hasil panen jagung dari petani menuju pusat distribusi.

Pusat Kelompok	Anggota Kelompok								
201	189	191	107	193	194	195	199	200	201
	40	88	89	91	92	94	95	96	97
	130	204	205	206	207	208	209	210	211
	99	100	101	102	103	108	109	110	113
	213	214	222	223	122	124	95	140	141
	143	144	145	146	178	181	183	184	185
433	202	98	212	118	142	186	187		
	474	475	62	83	34	35	36	37	431
	62	214	374	437	426	439	440	441	442
	445	446	210	448	449	450	460	461	462
	465	466	13	468	469	470	471	472	473
	432	433	443	444	463	464			
40	50	83	84	451	40	453	454	455	456
	459	478	254	480	481	482	483	38	47
	39	40	41	42	43	457	458	48	49
	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	77	78	79	80	81	82	44	45	46
	52	53	54	55	56	57	58	59	60
54	65	66	62	63	64	76	51	13	
	395	396	397	398	399	303	401	402	403
	1	193	408	409	67	377	412	413	384
	393	394	404	405	287	391			
	389	390	62	414	9	416	374	418	419
	422	423	424	425	426	427	287	380	430
386	387	374	375	420	386				
	9	10	380	381	176	1	2	3	8
	4	5	6	7					
	28	29	30	31	32	25	26	27	28

Pusat Kelompok	Anggota Kelompok								
364	362	364	365	366	369	12	14	16	21
	230	198	346	352	353	355	356	358	
3	8	235	236	186	3	374	375	379	18
	231	232	233						
363	360	361	363	367	368	372	373	376	377
	15	17	19	20	22	23	24	344	347
	378	11	13	332	349	350	338	354	357
	359								
256	287	288	289	290	291	292	293	294	295
	301	302	303	304	136	306	307	308	176
	244	245	246	81	248	249	250	251	252
	261	262	263	213	198	266	267	268	269
	296	297	299	300	310	237	238	239	240
	253	254	255	256	257	258	259	260	243
	241	242	270	271	272	273	274	275	27
	277	96	176	280	256	282	283	284	285
	286								
	327	133	329	330	331	332	143	334	143
340	341	342	343	33	298	311	312	313	136
	322	323	324	325	326	336	337	338	339
	315	316	317	318	125	320	321	340	
	158	159	160	156	162	163	164	165	166
116	175	176	177	179	180	182	188	190	196
	224	225	226	3	228	229	85	86	87
	106	107	111	112	114	115	116	117	119
	133	134	135	136	137	138	147	148	149
	167	168	169	170	171	172	173	174	132
	197	198	215	216	217	218	219	220	221
	90	93	104	105	120	121	123	125	126
	150	151	152	153	154	155	156	157	131
	127	128	129	130					

Gambar 4. Rekapitan Pengelompokan dengan metode *P-Center*

Berdasarkan hasil pengelompokan diketahui bahwa seluruh kelompok tani di Kabupaten Sumenep berhasil dikelompokkan ke dalam 14 cluster distribusi (Gambar 4). Sebagai contoh, pusat kelompok tani nomor 9 mencakup kelompok tani nomor 9, 10, 380, 381, 176, 1, 2, 3, 8, 4, 5, 6, dan 7.

Hasil pengelompokan tersebut menunjukkan bahwa metode *P-Center* mampu menentukan pusat distribusi berdasarkan kedekatan geografis sehingga proses distribusi jagung menjadi lebih efektif. Selain itu, metode ini juga membantu mengurangi jarak tempuh distribusi dan meningkatkan efisiensi jaringan rantai pasok jagung di Kabupaten Sumenep.

Analisis Metode *P-Center*

Metode *P-Center* digunakan untuk menentukan lokasi pusat distribusi dengan meminimalkan jarak terjauh antara pusat distribusi dan kelompok tani. Pada penelitian ini setiap kelompok tani direpresentasikan sebagai titik koordinat. Kemudian dilakukan perhitungan jarak antar titik menggunakan koordinat geografis untuk memperoleh pusat distribusi terbaik.

Hasil pengolahan menunjukkan bahwa metode *P-Center* mampu menghasilkan lokasi pusat distribusi yang lebih efisien dibandingkan distribusi langsung dari masing-masing kelompok tani ke perusahaan produsen. Dengan adanya gudang sementara sebagai pusat distribusi, biaya transportasi dapat ditekan dan waktu pengiriman menjadi lebih singkat.

Secara manajerial, hasil pengelompokan menggunakan metode *P-Center* dapat membantu pihak pengelola distribusi maupun pemerintah daerah dalam menentukan wilayah pelayanan distribusi yang lebih terstruktur. Dengan terbentuknya cluster distribusi, proses pengawasan dan pengendalian distribusi dapat dilakukan secara lebih efektif karena setiap wilayah telah memiliki pusat pelayanan yang jelas.

Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode *P-Center* dapat digunakan untuk menentukan pusat distribusi dengan mempertimbangkan minimasi jarak maksimum antara kelompok tani dan pusat layanan. Karakteristik tersebut sesuai dengan konsep dasar *P-Center*, yaitu menentukan sejumlah fasilitas sehingga jarak maksimum antara titik permintaan dan fasilitas terdekat dapat diminimalkan [12]. Pengembangan metode *P-Center* pada penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa model ini tetap menjadi salah satu pendekatan penting dalam permasalahan *facility location*, terutama ketika jumlah titik permintaan dan alternatif lokasi yang dianalisis semakin besar [13]. Selain itu, pendekatan *P-Center* telah dikembangkan untuk mempertimbangkan ketidakpastian lokasi titik

permintaan, yang menunjukkan fleksibilitas model dalam berbagai kondisi penentuan lokasi fasilitas [14].

Dalam konteks jaringan distribusi, penentuan lokasi pusat distribusi merupakan bagian penting dari permasalahan *location-allocation* karena lokasi fasilitas memengaruhi jarak pelayanan, alokasi permintaan, dan efisiensi jaringan. Feng *et al.* [15] menunjukkan bahwa optimasi lokasi dan alokasi pusat distribusi dapat digunakan untuk memperbaiki konfigurasi jaringan distribusi produk pangan. Pada konteks agribisnis di Indonesia, Iskandar *et al.* [16] juga menerapkan optimasi lokasi pusat distribusi menggunakan *network optimization* pada AnyLogistix untuk meningkatkan integrasi rantai pasok. Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian ini bahwa pendekatan berbasis lokasi dapat diterapkan pada distribusi komoditas pertanian.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menerapkan metode *P-Center* pada distribusi jagung dengan **483 kelompok tani sebagai titik permintaan** dan menghasilkan **14 pusat distribusi** berdasarkan kedekatan geografis. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan *P-Center* berbasis data spasial kelompok tani untuk membentuk wilayah pelayanan distribusi jagung yang lebih terstruktur di Kabupaten Sumenep.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode *P-Center* untuk optimasi lokasi pusat distribusi jagung di Kabupaten Sumenep, dapat disimpulkan bahwa metode *P-Center* mampu digunakan untuk mengelompokkan sebanyak 483 kelompok tani ke dalam 14 *cluster* distribusi yang tersebar di wilayah Kabupaten Sumenep. Setiap *cluster* memiliki satu pusat distribusi yang dipilih berdasarkan prinsip minimasi jarak maksimum antara kelompok tani dan pusat layanan sehingga mampu memberikan cakupan pelayanan yang lebih terstruktur.

Keberadaan pusat distribusi sementara dapat membantu petani mengurangi ketergantungan terhadap tengkulak. Petani memiliki peluang untuk menjual hasil panen secara langsung kepada perusahaan produsen dengan harga yang lebih tinggi. Dengan demikian, metode *P-Center* tidak hanya meningkatkan efisiensi distribusi tetapi juga memberikan dampak ekonomi yang positif bagi kelompok tani.

Secara manajerial, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan jaringan distribusi komoditas jagung di Kabupaten Sumenep. Selain meningkatkan efektivitas pengelolaan wilayah distribusi, penentuan pusat distribusi yang optimal juga berpotensi meningkatkan posisi tawar petani melalui akses distribusi yang lebih terorganisir dan terkoordinasi. Dengan demikian, metode *P-Center* dapat menjadi salah satu alternatif pendekatan dalam mendukung pengembangan sistem distribusi pertanian yang lebih efisien dan berbasis data spasial.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Syahrial, I. Martadona, and N. Harahap, "Perkembangan dan pola pertumbuhan sektor pertanian dalam pembangunan ekonomi," *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, vol. 19, no. 3, pp. 311–324, 2023, doi: 10.20956/jsep.v19i3.22286.
- [2] A. Mulyana, T. Masduki, W. O. Z. Muizu, T. Febrianti, and D. S. Triski, "The contribution of off-takers to sustainable agricultural cluster businesses," *Sustainability*, vol. 16, no. 23, Art. no. 10475, 2024, doi: 10.3390/su162310475.
- [3] A. Amzeri, "Prospek pengembangan jagung di Jawa Timur dan kontribusinya terhadap produksi nasional," *Jurnal Pertanian Indonesia*, vol. 15, no. 2, pp. 45–53, 2022.
- [4] L. N. Asha, L. G. Aragon, A. Dey, and N. Yodo, "Location optimization strategies for corn production and distribution towards sustainable green supply chain," *Logistics*, vol. 8, no. 3, Art. no. 78, 2024, doi: 10.3390/logistics8030078.
- [5] S. E. Wulandari and I. Suprapti, "Potensi dan pengembangan usaha tani jagung lokal (*Zea mays* L.) petani Desa Ellak Laok Kecamatan Lenteng Kabupaten Sumenep," *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, vol. 7, no. 4, pp. 1507–1520, 2023, doi: 10.21776/ub.jepa.2023.007.04.27.
- [6] J. Heizer, B. Render, and C. Munson, *Operations Management: Sustainability and Supply Chain*

- Management*, 12th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2017.
- [7] M. F. Alam, “Aplikasi clustering-first route-second pada model two-echelon vehicle routing problem (2E-VRP) untuk strategi kolaborasi distribusi bahan pokok di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta,” undergraduate thesis, Program Studi Teknik Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, 2023.
- [8] I. N. Pujawan and Mahendrawathi, *Supply Chain Management*, 3rd ed. Yogyakarta, Indonesia: Andi, 2017.
- [9] N. Sepadyati, L. D. Prayogo, J. A. Ulin, J. N. Chandra, and V. Frederika, “Transportation distances reduction at Surabaya distribution center using Anylogistix software,” *Journal of Industrial Engineering and Education*, vol. 2, no. 1, pp. 70–82, 2024.
- [10] H. I. Calvete, C. Galé, and J. A. Iranzo, “Balancing the cardinality of clusters with a distance constraint: A fast algorithm,” *Annals of Operations Research*, vol. 351, no. 1, pp. 629–651, 2025, doi: 10.1007/s10479-024-06017-1.
- [11] J. A. Espejo-Díaz, E. Alfonso-Lizarazo, and J. R. Montoya-Torres, “Improving access to emergency medical services using advanced air mobility vehicles,” *Flexible Services and Manufacturing Journal*, vol. 37, pp. 1060–1092, 2025, doi: 10.1007/s10696-023-09507-9.
- [12] Y. Liu, “Two lower-bounding algorithms for the p-center problem in an area,” *Computational Urban Science*, vol. 2, Art. no. 5, 2022, doi: 10.1007/s43762-021-00032-9.
- [13] E. Gaar and M. Sinnl, “A scaleable projection-based branch-and-cut algorithm for the p-center problem,” *European Journal of Operational Research*, vol. 303, no. 1, pp. 78–98, 2022, doi: 10.1016/j.ejor.2022.02.016.
- [14] H. Ataei and M. Davoodi, “The p-center problem under locational uncertainty of demand points,” *Discrete Optimization*, vol. 47, Art. no. 100759, 2023, doi: 10.1016/j.disopt.2023.100759.
- [15] Y. Feng, Y.-K. Liu, and Y. Chen, “Distributionally robust location-allocation models of distribution centers for fresh products with uncertain demands,” *Expert Systems with Applications*, vol. 209, Art. no. 118180, 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2022.118180.
- [16] Y. A. Iskandar *et al.*, “Determining distribution center locations to optimize food supply chain integration (A case study of an agribusiness company in Indonesia),” *Majalah Ilmiah Bijak*, vol. 20, no. 1, pp. 1–13, 2023, doi: 10.31334/bijak.v20i1.3058