



Model integrasi penentuan lokasi pusat distribusi pada jaringan *hub and spoke*: studi kasus pusat distribusi di Jawa Timur

Fitri Agustina*, Nachnul Ansori, Trisita Novianti, Ernaning Widiaswanti

Teknik Industri, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, Indonesia

Article history

Diterima:

24 Oktober 2022

Diperbaiki:

7 November 2022

Disetujui:

16 November 2022

Keyword

set covering;

AHP;

distribution center;

location;

hub and spoke;

ABSTRACT

Strategic planning for the supply chain is part of the planning process for the supply chain management. One part of this process is figuring out the supply chain's infrastructure and physical structure. The design of supply chain networks has been used for facility location models for more than 20 years. The hub and spoke system is a two-level distribution network with a hub that handles shipments and spokes that connect with consumers. This study integrates optimization techniques with decision-making tools to determine the best location for distribution centers. The optimization method is modified by considering population, income, and distance factors. The location of the distribution center is determined at two levels. The first level uses the set covering method, while the second uses the Analytical Hierarchy Process (AHP). A case study is drawn from this research: a company that will determine regional and local distribution centers in East Java. The result is four regional distribution centers: Pacitan, Kediri, Banyuwangi, and Sumenep. Each regional distribution center has two local distribution centers: Pacitan (Tulungagung and Madiun), Kediri (Bojonegoro and Jombang), Banyuwangi (Pasuruan and Malang), and Sumenep (Surabaya and Gresik). This study illustrates how the integration of two-level method can be applied in the context of strategic decision making. The selected locations have a minimum total cost and can serve consumers with maximum coverage in the region. Finally, an efficient supply chain network with a high service level will be obtained.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : fitri.agustina@trunojoyo.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v16i4.17208

PENDAHULUAN

Rantai pasok merupakan suatu jaringan organisasi dan fasilitas yang kompleks yang terletak dalam suatu wilayah geografis, diperlukan penyesuaian serangkaian aktivitas yang berkaitan melalui suatu jaringan (*network*). Jaringan rantai pasok bisa juga disebut sebagai jaringan logistik. Ghiani *et al.*, (2004) mendefinisikan rantai pasok sebagai suatu sistem logistik yang kompleks dimana bahan baku ditransformasi menjadi produk akhir dan kemudian mendistribusikannya pada pengguna akhir (konsumen atau perusahaan). Sebaliknya, Hugos (2011) menegaskan beberapa perbedaan diantara manajemen logistik dan manajemen rantai pasok. Pada dasarnya manajemen logistik adalah bagian dari manajemen rantai pasok, fokus pada aktivitas seperti manajemen persediaan, distribusi dan pengadaan yang dibuat pada batasan satu organisasi, sedangkan manajemen rantai pasok melibatkan aktivitas-aktivitas lainnya seperti pemasaran, layanan pelanggan dan keuangan.

Perancangan jaringan rantai pasok, disebut juga sebagai perencanaan rantai pasok strategis, merupakan bagian dari proses perencanaan dalam manajemen rantai pasok, yang menentukan infrastruktur dan struktur fisik dari rantai pasok. Lebih dari dua dekade, perancangan jaringan rantai pasok telah dipertimbangkan sebagai suatu aplikasi untuk model-model lokasi suatu fasilitas. Penentuan lokasi suatu fasilitas bersifat jangka panjang, berdampak pada keputusan-keputusan logistik dan operasional. Berbiaya tinggi terkait akuisisi properti dan pembangunan fasilitas, menjadikan lokasi fasilitas termasuk investasi jangka panjang (Owen dan Daskin, 1998). ReVelle *et al.*, (2008) mencirikan model-model lokasi fasilitas yang ada menjadi empat jenis: kontinyu, jaringan, analitik dan diskret. Meskipun diantara model-model tersebut terdapat perbedaan, namun semua model tersebut meliputi sekumpulan konsumen dengan lokasi yang diketahui dan sekumpulan fasilitas dimana lokasinya harus ditentukan. Kebanyakan model-model jaringan rantai pasok termasuk kelompok model-model lokasi diskret (Melo *et al.*, 2009).

Sejak pertengahan 1960-an, studi tentang teori lokasi telah memberikan pondasi penting. Formulasi masalah lokasi fasilitas yang paling mendasar dapat dikelompokkan sebagai model statis dan deterministic (Daskin, 1995). Karakter persoalan ini adalah permasalahan yang bersifat konstan dengan sejumlah input diketahui dan menghasilkan solusi tunggal untuk diimplementasikan pada satu titik waktu. Suatu solusi akan dipilih menurut satu dari beberapa kriteria yang

ditentukan oleh pengambil keputusan. Beberapa model yang berkembang adalah *median problem*, *covering problem*, *center problem* dan *fixed charge facility location problem* (Owen dan Daskin, 1998).

Median problem diperkenalkan oleh Hakimi (1964), menggunakan suatu ukuran efektifitas suatu lokasi fasilitas yaitu dengan menentukan jarak rata-rata yang ditempuh oleh pengunjung fasilitas. Pada dasarnya model ini adalah menemukan lokasi P fasilitas sehingga meminimalkan jarak perjalanan yang terbobot oleh permintaan. Model ini dapat digunakan untuk menempatkan sejumlah fasilitas publik maupun swasta. Pemilihan lokasi dengan mempertimbangkan rata-rata jarak perjalanan yang minimal mungkin kurang tepat untuk beberapa fasilitas (Zhang *et al.*, 2017). Contohnya adalah penempatan fasilitas layanan gawat darurat seperti pemadam kebakaran atau ambulans. Sifat kritis dari permintaan untuk layanan menentukan suatu jarak perjalanan atau waktu maksimum yang masih dapat diterima. Fasilitas seperti ini memerlukan suatu ukuran efisiensi lokasi yang berbeda. *Set covering* merupakan suatu permasalahan lokasi fasilitas yang bertujuan untuk menentukan jumlah minimum fasilitas yang dapat mencakup semaksimal mungkin konsumen yang dilayani. Model ini termasuk permasalahan pemrograman linear binari. Pada permasalahan *set covering*, tujuannya adalah untuk meminimalkan biaya lokasi suatu fasilitas sehingga tingkat cakupan yang dikehendaki dapat diperoleh (Schilling, *et al.*, 1993).

Sistem distribusi dua level tampak seperti jaringan distribusi sistem *hub and spoke*. Jaringan logistik *hub and spoke* terdiri dari suatu *hub* (pusat) yang melakukan operasi pengiriman dan *spoke* (depot) yang menghubungkan dengan konsumen (Triantaphyllou dan Mann, 1995). Kemeny *et al.*, (2011) menyatakan suatu fakta bahwa jaringan logistik *hub and spoke* memberikan hasil biaya pengiriman yang rendah dan lebih cepat. Selain itu, pada kasus industri penerbangan jaringan ini mampu memberikan skala ekonomi lebih baik (Daskin *et al.*, 2005). Jumlah penumpang dapat ditingkatkan namun dengan tambahan biaya yang sangat rendah. Sehingga jumlah penumpang naik dengan rata-rata biaya per penumpang turun sehingga menghasilkan peningkatan skala ekonomi.

Studi ini mengangkat kasus pada sebuah perusahaan yang telah merencanakan pusat distribusi produknya pada dua level pusat distribusi (DC), yaitu regional (RDC) dan lokal (LDC) di Jawa Timur. Permintaan produk diperoleh dari LDC yang ditujukan kepada RDC untuk memenuhi permintaan di daerah LDC. Jika RDC tidak dapat memenuhi permintaan ini,

kemudian RDC akan menempatkan permintaan kepada perusahaan manufakturnya yang akan memasok produk ke RDC sehingga RDC dapat memasoknya ke LDC. Aspek teoritis pada studi ini untuk menganalogikan bahwa perusahaan manufaktur adalah sebagai *hub*, sedangkan RDC dan LDC dipertimbangkan sebagai *spoke*. Setiap wilayah dapat memiliki satu atau lebih pusat distribusi regional (RDC). Biaya pembukaan pusat distribusi regional dan pelanggan yang dilayani ditetapkan untuk setiap wilayah. Setiap pusat distribusi di dalam suatu wilayah mempunyai kapasitas yang digunakan untuk melayani. Lokasi RDC diperoleh dengan menggunakan *set covering*. Formulasi *set covering* dimodifikasi untuk mendapatkan suatu formulasi baru yang mempertimbangkan faktor-faktor tertentu yang belum dipertimbangkan dalam formulasi sebelumnya. Dengan cara yang sama, metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk menentukan lokasi LDC. Metode AHP merupakan suatu alat pengambilan keputusan untuk mencari solusi pada permasalahan yang tersusun dalam hirarki multi-level (Saaty, 1994). Penggunaan AHP dalam pengambilan keputusan untuk lokasi pusat distribusi diinisiasi oleh Saaty (2008). AHP membandingkan sekumpulan kriteria dengan kriteria lainnya dalam perbandingan berpasangan. Metode ini menggunakan matrik konsistensi dan nilai *eigen vectors* yang memberikan bobot tertentu.

Beberapa peneliti telah mengkombinasikan AHP dengan teknik matematika, dengan tujuan untuk melibatkan batasan-batasan secara simultan. Pada literatur, *Linear Programming* (LP) dan *Goal Programming* (GP), sering dikombinasikan dengan AHP (Wichapa dan Khokhajaikiat, 2017). Model LP digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan tujuan tunggal, sedangkan GP dikembangkan untuk permasalahan multi tujuan (Wichap dan Khokhajaikiat, 2017). Integrasi *set covering problem* dengan AHP dilakukan oleh Hwang dan Ko (2005) dimana fasilitas publik dipilih pertama kali dengan pendekatan AHP dan kemudian solusinya diperbaiki dengan *set covering*. Pada studi ini, *set covering* memastikan bahwa seluruh wilayah pertama tercakup dan selanjutnya metode AHP digunakan untuk memastikan bahwa wilayah tertentu tercakup juga. AHP dan *set covering* adalah dua pendekatan yang berbeda untuk pengambilan keputusan mengenai lokasi. AHP bersifat kualitatif sedangkan *set covering* kuantitatif.

Kebutuhan untuk merelokasi, memperluas dan menyesuaikan fasilitas merupakan upaya untuk menjawab sejumlah tantangan, misalnya karena

kedekatan dengan bahan baku, keahlian tenaga kerja, perubahan tren pasar, dan faktor lingkungan lainnya berubah (Yang dan Lee, 1997). Ketika suatu ritel menempatkan outlet baru, maka perusahaan manufaktur memilih tempat yang terbaik untuk menempatkan gudangnya. Penentuan lokasi pusat distribusi adalah salah satu aktivitas yang paling penting bagi perusahaan yang berusaha mengoptimalkan jaringan rantai pasoknya dan untuk mendapatkan keuntungan melalui kepuasan konsumennya. Beberapa model dikembangkan untuk perancangan lokasi pusat distribusi yang memberikan informasi penting terkait dengan permasalahan lokasi, tetapi artikel ini menawarkan suatu pendekatan yang unik untuk menyelesaikan suatu permasalahan lokasi. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *set covering* akan diterapkan pada suatu permasalahan untuk menentukan lokasi terbaik sejumlah pusat distribusi. Pengintegrasian kedua teknik tersebut, suatu perusahaan dapat memutuskan untuk mengoptimalkan jaringan rantai pasoknya.

METODE

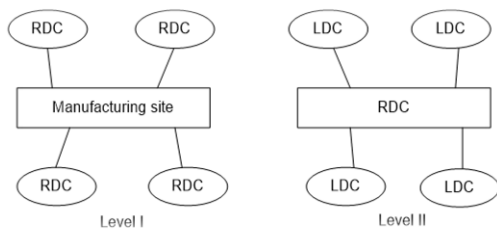
Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan yang telah dikembangkan untuk permasalahan lokasi. Langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

1. Melakukan pembagian kedalam area regional berdasarkan beberapa kriteria.
2. Menemukan jumlah yang optimal RDC menggunakan *set covering* dengan pertimbangan beberapa faktor penting.
3. Menempatkan lokasi LDC menggunakan AHP dengan mempertimbangkan kriteria dan subkriteria.

Tujuan utama studi ini adalah untuk menentukan dua level pusat distribusi, pertama pada level regional dan yang kedua pada level lokal. Pusat distribusi lokal (LDC) dilokasikan di sekitar pusat distribusi regional (RDC), fungsinya membantu RDC. Pusat distribusi dengan hirarki dua level mengikuti model *hub dan spoke* ditunjukkan pada Gambar 1.

Pembagian Wilayah Regional

Penelitian ini mengambil studi kasus yakni suatu perusahaan yang berada di wilayah Jawa Timur (Jatim) yang hendak mendirikan gudang pusat distribusi dan lokal. Wilayah Jatim terdiri dari 30 kabupaten dan 8 kota. Pembagian wilayah regional mengacu pada Perda Propinsi Jatim No. 12 tahun 2008 tentang Badan Koordinasi Wilayah Pemerintahan dan Pembangunan Jawa Timur (Bakorwil). Terdapat empat kelompok bakorwil ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1 Sistem distribusi hub dan spoke level satu dan dua

Propinsi Jawa Timur dibagi sedemikian rupa sehingga setiap wilayah memiliki populasi berkisar antara 1,5 juta hingga 3 juta sebagaimana diasumsikan bahwa setiap RDC dapat melayani paling banyak populasi dalam rentang yang ditentukan ini. Selain populasi maka pembagian regional ini juga mempertimbangkan jarak yang terdekat antar kabupaten. Jika populasi untuk sekelompok kabupaten bersama-sama terletak pada kisaran antara 1,5-3 juta kemudian kelompok itu membentuk satu wilayah. Setelah terbentuk empat regional maka dengan mengaplikasikan set covering problem untuk menentukan lokasi yang terbaik untuk mendirikan pusat distribusi regional (RDC).

Set Covering Problem

Prinsip dasar *covering problem* adalah setiap konsumen dapat dilayani oleh setiap fasilitas yang ada dan fasilitas ditempatkan pada jarak tertentu yang disebut jarak jangkauan. Berdasarkan kondisi ini, *covering problem* diperkenalkan pertama kali oleh Toregas et al., (1971). *Set covering problem* termasuk model analisis lokasi diskret. *Set covering* memiliki fungsi tujuan untuk menentukan jumlah minimum fasilitas yang dapat mencakup semaksimal mungkin konsumen yang dilayani. *Set covering problem* dapat diformulasikan sebagai berikut (Daskin, 1995).

$$\text{Minimize} \quad \sum_j f_j x_j \tag{1}$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_j a_{ij} x_j \geq 1 \quad \forall_i \tag{2}$$

$$x_j = 0,1 \quad \forall_j \tag{3}$$

Fungsi tujuan pada persamaan (1) adalah untuk meminimalkan total biaya fasilitas yang terpilih dengan mencakup semua konsumen dimana f_j adalah biaya untuk mendirikan fasilitas pada kandidate lokasi j . Persamaan batasan pada persamaan (2) menjamin bahwa setiap permintaan node i dapat dicakup oleh satu fasilitas. Persamaan (3) merepresentasikan variabel keputusan dimana x dapat bernilai 0 atau 1. jika suatu fasilitas baru dilokasikan pada kandidate lokasi j maka

x_j bernilai 1 dan sebaliknya. Koefisien a_{ij} dapat bernilai 1 jika konsumen atau fasilitas yang ada di kabupaten i dicakup oleh kandidate j , jika tidak maka bernilai 0.

Tabel 1 Pembagian wilayah regional di Jawa Timur

Regional	Kabupaten/Kota
1	A. Kota Madiun dan Kabupaten Madiun; B. Kabupaten Magetan; C. Kabupaten Ngawi; D. Kabupaten Ponorogo; E. Kabupaten Trenggalek; F. Kabupaten Tulungagung; G. Kabupaten Pacitan; H. Kabupaten Blitar dan Kota Blitar; I. Kabupaten Nganjuk.
2	J. Kabupaten Bojonegoro; K. Kabupaten Lamongan; L. Kabupaten Tuban; M. Kabupaten Jombang; N. Kabupaten Mojokerto dan Kota Mojokerto
3	O. Kota Malang dan Kab. Malang; P. Kota Batu; Q. Kab. Pasuruan dan Kota Pasuruan; R. Kab. Probolinggo dan Kota Probolinggo; S. Kabupaten Lumajang; T. Kabupaten Jember; U. Kabupaten Banyuwangi; V. Kabupaten Situbondo; W. Kabupaten Bondowoso.
4	X. Kabupaten Pamekasan; Y. Kabupaten Bangkalan; Z. Kabupaten Sampang; AA. Kabupaten Sumenep; BB. Kota Surabaya; CC. Kabupaten Gresik dan DD. Kabupaten Sidoarjo.

Formulasi *set covering* (Daskin, 1995) dimodifikasi dengan mempertimbangkan kriteria seperti jumlah populasi, pendapatan dan jarak. Setiap kabupaten dalam wilayah regional berpotensi menjadi RDC, sehingga setiap kabupaten dibandingkan satu sama lain berdasarkan kriteria-kriteria tersebut. Formulasi yang dijelaskan tersebut di nyatakan dalam persamaan 4-6.

Persamaan tujuan pada persamaan (4) c_j adalah biaya terkait dengan total jarak tempuh dari manufaktur ke RDC potensial untuk jumlah pengiriman Q unit

produk. Persamaan batasan (5) menjamin bahwa setiap permintaan kabupaten i dapat dicakup oleh satu fasilitas dengan mempertimbangkan P adalah populasi pada kabupaten I yang dapat dicakup oleh kandidate RDC j . Jika populasi dalam suatu wilayah kabupaten berada pada range tertentu dan memenuhi maka nilai $P_{ij} = 1$, jika tidak maka 0. Kondisi yang sama untuk I adalah pendapatan dan D adalah jarak. Persamaan (3) merepresentasikan variabel keputusan dimana x dapat bernilai 0 atau 1. Jika suatu fasilitas baru dilokasikan pada kandidate lokasi j maka x_j bernilai 1 dan sebaliknya. Koefisien a_{ij} dapat bernilai 1 jika konsumen atau fasilitas yang ada di kabupaten i dicakup oleh kandidate j , jika tidak maka bernilai 0. Data dibangkitkan untuk setiap wilayah regional. Data terdiri dari tiga matrik, yaitu matrik populasi, pendapatan dan jarak.

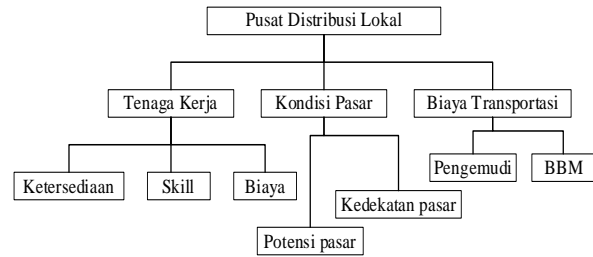
$$\text{Minimize} \quad \sum_j f_j x_j + \sum_j c_j x_j \tag{4}$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_j P_{ij} x_j + \sum_j I_{ij} x_j + \sum_j D_{ij} x_j \geq 1 \quad \forall_i \tag{5}$$

$$x_j = 0,1 \quad \forall_j \tag{6}$$

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Setelah mendapatkan lokasi untuk RDC, lokasi LDC ditemukan dengan menggunakan teknik AHP yang menghubungkan RDC dan pelanggan. Representasi diagram hirarki dengan dua level yaitu level kriteria dan sub kriteria ditunjukkan pada Gambar 2. Level kriteria yang digunakan adalah tenaga kerja, kondisi pasar dan biaya transportasi. Sedangkan level sub kriteria tenaga kerja adalah ketersediaan, keahlian, biaya. Level sub kriteria kondisi pasar yakni potensi pasar dan kedekatan pasar. Terakhir, level sub kriteria biaya transportasi yaitu biaya bahan bakar minyak (BBM) dan biaya pengemudi. Penelitian ini menggunakan skala Saaty (2008) yang telah terbukti validitasnya. Pengujian validitas dilakukan dengan menggunakan berbagai rentang skala dan hasilnya skala preferensi 1-9 teruji validitasnya. Pendekatan ini mampu mengorganisasikan semua kriteria dan sub kriteria dalam suatu hirarki.



Gambar 2 Kriteria dan subkriteria pemilihan LDC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang dijabarkan dalam pembahasan merupakan hasil analisa dari studi kasus. Langkah pertama adalah menentukan lokasi RDC dengan menggunakan *set covering* kemudian dilanjutkan dengan menentukan lokasi LDC dengan AHP.

Penentuan Lokasi RDC

Penentuan lokasi RDC menggunakan *set covering problem* yang dimodifikasi dengan mempertimbangkan populasi, pendapatan dan jarak (lihat persamaan 4-6). Pada pembangkitan data, dibuat matriks yang berukuran $m \times n$, dimana m merupakan lokasi/node awal sedangkan n merupakan kandidate lokasi. Pada wilayah regional 1 terdapat 9 kabupaten yang merupakan kandidate lokasi RDC, regional 2 terdapat 6 kabupaten, regional 3 terdapat 8 kabupaten dan regional 4 terdapat 7 kabupaten (Tabel 1). Pada matriks populasi, setiap wilayah regional ukuran populasi harus berada di atas batas tertentu yang unik untuk setiap wilayah. Tentunya, perusahaan ingin melayani populasi yang jumlahnya sangat besar karena pertimbangan efisiensi sumber daya yang tersedia. Sebagai contoh pada wilayah regional 1 terdiri dari 9 kabupaten, dimana populasi terkecil sebesar 557.029 jiwa sedangkan tertinggi 1.255.634 jiwa. Maka ditentukan batas populasi yang akan dijadikan acuan yaitu diatas 800.000 (>800.000 jiwa). Awalnya terdapat 9 kabupaten, kemudian hanya 5 kabupaten yang mempunyai jumlah populasi lebih besar daripada 800.000 jiwa. Kondisi lainnya yang harus dipertimbangkan adalah bahwa setiap kabupaten juga harus berada dalam radius 80 km. Sehingga matriks populasi akan bernilai $x_j = 1$, jika suatu kabupaten mempunyai populasi diatas 800.000 jiwa dan masing-masing berjarak kurang dari 80km. Jika tidak maka bernilai 0. Pada matriks pendapatan berlaku syarat bahwa tingkat pendapatan di suatu kabupaten harus lebih tinggi daripada pendapatan rata-rata di wilayah tersebut. Data populasi, pendapatan dan jarak antar kabupaten diperoleh dari BPS Jawa Timur (bpsjatim.go.id). Kondisi populasi dan pendapatan untuk setiap wilayah regional ditunjukkan pada Tabel 2. Sedangkan matriks P_{ij} yang berisi informasi

populasi, pendapatan dan jarak wilayah regional 1 ditampilkan pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 2 Kondisi acuan untuk parameter model

Regional	Populasi (jiwa)	Pendapatan/tahun (Rp)	Jarak (km)
1	800.000	17.000.000	80
2	1.000.000	30.000.000	80
3	1.300.000	24.000.000	80
4	1.200.000	40.000.000	80

Tabel 3 Matriks populasi pada wilayah regional 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1	0	1	1	0	0	0	0	1
B	0	1	1	1	0	0	0	0	1
C	1	1	1	1	0	0	0	0	1
D	1	1	1	1	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	1	1	0	1	0
F	0	0	0	0	1	1	0	1	1
G	0	0	0	0	0	0	1	0	0
H	0	0	0	0	1	1	0	1	1
I	1	1	1	1	0	1	0	1	1

Tabel 4 Matriks pendapatan pada wilayah regional 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1	1	0	0	0	0	0	0	0
B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	1	0	0	1	0	0
E	0	0	0	0	1	1	0	1	0
F	0	0	0	0	0	1	0	1	0
G	0	0	0	0	0	0	1	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	1	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabel 5 Matriks jarak pada wilayah regional 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1	1	1	1	0	0	0	0	1
B	1	1	1	1	0	0	0	0	1
C	1	1	1	1	0	0	0	0	1
D	1	1	1	1	1	0	1	0	1
E	0	0	0	1	1	1	0	1	0
F	0	0	0	0	1	1	0	1	1
G	0	0	0	1	0	0	1	0	0
H	0	0	0	0	1	1	0	1	1
I	1	1	1	1	0	1	0	1	1

Tabel 6 Pusat distribusi regional dengan nilai fungsi tujuan

Regional	RDC	Nilai fungsi tujuan (Rp)
1	Pacitan	276.000
2	Kediri	124.000
3	Banyuwangi	288.000
4	Sumenep	175.000

Asumsi lainnya yang dipertimbangkan adalah biaya transportasi yang terkait dengan jarak tempuh

dari pabrik yang berlokasi di Surabaya ke RDC potensial untuk pengiriman sejumlah produk 1000 unit yaitu Rp1000/km. Biaya tetap pendirian pusat distribusi diasumsikan sama untuk semua klanidat lokasi/kabupaten. Lokasi RDC diperoleh pada setiap wilayah regional dengan menyelesaikan formulasi *set covering* yang pada dasarnya merupakan program linear menggunakan *solver excel* yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Setiap wilayah regional hanya ada satu fasilitas RDC yang didirikan yang dapat mencakup wilayah lainnya dalam satu area. Metode ini menjamin adanya aksesibilitas secara total dari populasi yang ada, mengurangi populasi yang berada diluar jangkauan dan menurunkan total biaya pembangunan fasilitas baru (Zhang et al., 2016).

Penentuan Lokasi LDC

Lokasi LDC ditentukan dengan menyelesaikan algoritma AHP. Pada dasarnya AHP merupakan sistem perankingan dengan skala preferensi. Terdapat banyak penelitian yang menggunakan AHP dengan skala preferensi yang berbeda. AHP yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 3 level hirarki, level 1 terdiri dari kriteria tenaga kerja, kondisi pasar dan biaya transportasi. Sedangkan sub kriteria berada pada level 2 terdiri dari ketersediaan tenaga kerja, keahlian, biaya tenaga kerja, potensi pasar, kedekatan pasar, biaya bahan bakar dan pengemudi. Level ketiga merupakan klanidat lokasi pendirian LDC di setiap wilayah regional. Dua lokasi terbaik setiap wilayah regional dipilih dimana LDC didirikan. Hasil perankingan preferensi atau disebut dengan bobot ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Bobot kriteria dan sub kriteria penentuan lokasi LDC

Kriteria dan sub kriteria	Bobot
Kriteria:	
Tenaga kerja	0.066
Kondisi pasar	0.77
Biaya transportasi	0.16
Sub kriteria:	
Ketersediaan tenaga kerja	0.27
Biaya tenaga kerja	0.16
ketrampilan	0.56
Potensi pasar	0.75
Kedekatan pasar	0.25
Biaya bahan bakar	0.67
Biaya pengemudi	0.33

Pada tahap akhir, setiap klanidat lokasi dibandingkan secara berpasangan berdasarkan sub kriteria dan kriteria. Selanjutnya diperoleh nilai *eigen value* yang merupakan bobot dari preferensi. Dua

kabupaten dengan bobot terbesar dipilih sebagai LDC. Peran AHP sebagai salah satu teknik *Multi Criteria Decision Making (MCDM)* digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks, AHP dikenal sebagai alat yang sederhana namun *powerfull* (Russo dan Camanho, 2015). Karena kompleksitas lingkungan dan keambiguan setiap permasalahan, beberapa peneliti telah mengajukan penggunaan AHP atau kombinasi AHP dengan teknik lainnya untuk menyelesaikan permasalahan MCDM (Saputra, 2017). Tabel 8 menunjukkan hasil perangkaan kabupaten untuk LDC pada setiap wilayah regional.

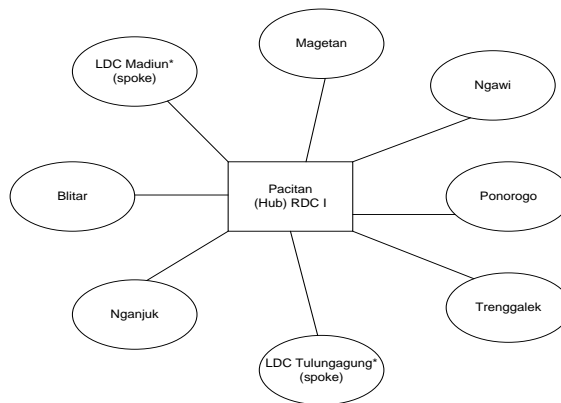
Setelah terbentuk RDC dan LDC yang merepresentasikan suatu sistem jaringan distribusi *hub and spoke*, maka pengambil keputusan dapat memutuskan sistem jaringan yang digunakan untuk mendistribusikan produknya. Integrasi kedua metode dapat saling menutupi kelemahan masing-masing dan memberikan sarana bagi pengambil keputusan secara komprehensif yaitu aspek kuantitatif dan kualitatif. Jaringan *hub and spoke* pada wilayah regional 1 dapat dilihat pada Gambar 3. Kabupaten Pacitan terpilih sebagai RDC yang berfungsi sebagai penampung produk dari pabrik yang selanjutnya mendistribusikan ke LDC Madiun dan Tulungagung. Dari LDC, produk dapat dengan mudah dan cepat didistribusikan ke konsumen. Struktur *hub and spoke* menjamin adanya konektivitas. Konektivitas ini memerlukan dua kriteria penting yaitu frekuensi koneksi dalam suatu periode waktu dan waktu yang diperlukan untuk koneksi (Kemeny, 2011). Beberapa keuntungan model *hub and spoke* adalah dapat memberikan pemanfaatan sumberdaya secara efisien, karena sistem memiliki rute perjalanan yang lebih sedikit (Kemeny *et al.*, 2011). Oleh karena itu, frekuensi kunjungan atau layanan menjadi lebih tinggi (*service level*) dan pada akhirnya akan membantu menekan biaya (Snyder dan Shen, 2007).

Tabel 8 Pusat distribusi lokal pada tiap wilayah regional

Regional	RDC	LDC
1	Pacitan	Tulungagung (0.20) Madiun (0.17)
2	Kediri	Bojonegoro (0.35) Jombang (0.21)
3	Banyuwangi	Pasuruan (0.26) Malang (0.17)
4	Sumenep	Surabaya (0.32) Gresik (0.18)

Meskipun AHP adalah alat yang sederhana dan *powerfull*, namun penggunaan AHP pada kasus ini mempunyai kelemahan yaitu, pengambil keputusan mengalami kesulitan dalam mengekspresikan

preferensi kedalam suatu nilai eksak tertentu dalam perbandingan alternatif, serta kesulitan dalam mencapai konsistensi skala. Apalagi jika lingkungan yang berkaitan dengan pengambilan keputusan cepat berubah dan dinamis, maka metode AHP tidak bisa diaplikasikan. Oleh karena itu, dalam penelitian selanjutnya dapat melibatkan aspek-aspek eksak dan ketidakpastian lingkungan dalam menyusun hirarki kriteria maupun sub kriteria untuk mendapatkan keputusan yang lebih baik.



Gambar 3 Sistem distribusi *hub and spoke* pada wilayah regional 1

KESIMPULAN

Integrasi metode *set covering* dengan AHP terbukti dapat diaplikasikan untuk pengambilan keputusan strategis, penentuan lokasi pada sistem distribusi produk. Metode *set covering* telah dimodifikasi sedemikian rupa, sehingga fungsi pembatas juga mempertimbangkan populasi, pendapatan dan jarak. Metode ini menjamin bahwa penentuan lokasi *Regional Distribution Center (RDC)* dapat meminimalkan total biaya, namun dapat memaksimalkan jangkauan untuk melayani konsumen. Metode AHP telah berhasil digunakan untuk menentukan *Lokal Distribution Center (LDC)* pada setiap wilayah regionalnya. Metode ini melibatkan banyak kriteria dan subkriteria dengan mengadankan preferensi dari pengambil keputusan. Metode *set covering* memberikan keyakinan bagi pengambil keputusan bahwa keseluruhan wilayah regional (RDC) dapat dijangkau dan AHP memperbaiki solusi bahwa wilayah tertentu dalam setiap regional juga dapat dijangkau (LDC). Pada studi kasus wilayah regional 1 di Jawa Timur dihasilkan RDC adalah Pacitan (*hub*) sementara Tulungagung dan Madiun sebagai LDC (*spoke*). Pada wilayah regional 2 RDC adalah Kediri dan LDC nya adalah Bojonegoro dan Jombang. Wilayah regional 3 terpilih RDC adalah Banyuwangi sementara Pasuruan dan Malang sebagai LDC. Dan yang terakhir, wilayah regional 4 dengan

RDC Sumenep dan LDC nya adalah Surabaya dan Gresik

DAFTAR PUSTAKA

- Daskin, M.S. 1995. Network dan discrete location, models, algorithms, dan application. John Wiley & Sons, ltd, Hoboken, USA.
- Daskin, M.S., Snyder, L.V., Berger, R.T. 2005. Facility Location in Supply Chain Design. Pages 39-65 in Langevin, A., Riopel, D. (eds). Logistics Systems: Design dan Optimization. Springer, Boston, MA.
- Ghiani, G., G. Laporte dan R. Musmanno. 2004. Introduction to logistics systems planning dan control. John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, Englan.
- Hakimi, S.I 1964. Optimum Locations of Switching Centers dan the Absolute Centers dan Medians of a Graph. Operations Research, 12: 450-459.
- Hugos, M. 2011. Essentials of Supply Chain Management. John Wiley & Sons, Hoboken, USA.
- Hwang, H.S., dan Ko, W.H. 2003. A Restaurant Planning Model Based on Fuzzy- AHP Method. ISAHP, Honolulu, Hawaii, USA.
- Kemeny, Z., Ilie-Zudor, E., Fulop, J., Ekart, A., Buckingham, C., Welch, P.G. 2011. Multiple-Participant Hub-dan-spoke Logistics Networks: Challenges, solutions dan Limits. The Proceedings of the 13th International Conference on Modern Information Technology in the Innovation Processes of Industrial Enterprises MITIP2011, Trondheim, Norway.
- Melo, M.T., S. Nickel, F. Saldanha-da-Gama. 2009. Facility location dan supply chain management – A review. European Journal of Operational Research, 196:401–412.
- Owen, S.H. dan Daskin, M.S. 1998. Strategic Facility Location: A Review. European Journal of Operational Research, 111:423-447.
- Pemprov Jatim, 2008. Perda no. 12 tahun 2008. Organisasi dan Tatakerja Badan Koordinasi Wilayah Pemerintahan dan Pembangunan Jawa Timur.
- ReVelle, C.S., H.A. Eiselt dan M.S. Daskin. 2008. A bibliography for some fundamental problem categories in discrete location science. European Journal of Operational Research, 184: 817-848.
- Russo, RdFSM, Camanho R., 2015. Criteria in AHP: A Systematic Review of Literature. Procedia Comput Sci, 55:1123–32.
- Saaty, T. L. 1994. How to make a decision: The analytic hierarchy process. Interfaces, 19-43.
- Saaty, T.L. 2008. Decision Making with The Analytic Hierarchy Process. International journal of services sciences, 1(1): 83-98.
- Saputra, A. 2017. Implementasi Metode Hybrid MCDM pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pustakawan Berprestasi (Studi Kasus: UPT Perpustakaan Universitas Danalas). Prosiding Lokakarya Nasional Dokumentasi dan Informasi. PDII LIPI.
- Schilling, V. Jayaraman, R. Barkhi. 1993. A review of covering problems in facility location. Location science, 1: 25-55.
- Snyder, I.V., dan Shen, Z.J.M. 2007. Managing disruptions to supply chains. Pages 139-149 in Frontiers of Engineering: Reports on Leading-Edge Engineering from the 2006 symposium.
- Toregas, C., Swain, R., ReVelle, C., & Bergman, L. 1971. The Location of Emergency Service Facilities. Operations Research, 19(6):1363–1373.
- Triantaphyllou, E., dan Mann, S. H. 1995. Using the Analytic Hierarchy Process for Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges. International Journal Of industrial engineering: Applications dan practice, 2(1): 35-44.
- Wichapa, N. dan Khokhajaikiat, P. 2017. Solving Multi-Objective Facility Location Problem using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process dan Goal Programming: A Case Study on Infectious Waste Disposal Centers. Operations Research Perspectives, 4: 39–48.
- Yang, J. dan Lee, H. 1997. An AHP decision model for facility location selection. Facilities, 15 (9/10): 241–254.
- Zhang, W., Kai, C., Liu, S., dan Huang, B. 2016. A Multi-Objective Optimization Approach for Health-Care Facility Location-Allocation Problems in Highly Developed Cities such as Hong Kong. Computers, Environment dan Urban Systems, 59: 220–230.

Zhang, B., Peng, J., dan Li, S. 2017. Covering location problem of emergency service facilities in an uncertain environment.

Applied Mathematical Modelling, 51: 429-447.