

ABSTRACT

A significant increase in urban population causes demand for daily needs to rise. To fulfill all the order request, logistic companies are required to be more responsive and flexible. To maximize their profit, each company will try to use its resources efficiently in distributing goods to customers. A conventional way is to dispatch more vehicles operating around the city center. Consequently, more logistic activities are expected to happen, which might be accompanied by the occurrence of freight transport issues, such as traffic congestion, excess emission, noise, and crashes. Enabling collaboration between logistic companies and setting up intermediate facilities (satellites) in the city can be considered as alternatives to overcome the problems above. Previous researches have claimed that the implementation of both strategies might help to reduce the volume of vehicles traveling around the urban area. Given the positive impacts, this research aims to evaluate the implementation of collaborative strategy in Yogyakarta and provide several cost allocation mechanism to estimate the expenses as well as the savings generated for each company in the alliance. However, in solving real-world problems, there are daily uncertainties that need to be considered, such as variability in demand. To capture demand variability, two-stage stochastic programming with recourse model is developed.

This research proposes a mathematical programming model for collaborative two-echelon location routing problem under demand uncertainty and uses CPLEX to solve small instances. A simulated annealing algorithm is employed to solve bigger problems. To evaluate the performance of the collaborative strategy, a comparative study between collaborative and non-collaborative scenario is conducted. Moreover, several cost allocation mechanisms based on cooperative game theory are presented to give a better overview of collaborative logistics as well as provide more options to allocate the post-collaboration cost among companies involved.

The result shows that a collaborative approach can reduce the total distribution cost along with the decrement in total traveled distances and the number of utilized resources. In addition, proportional repartition method (PRM) and equal profit method (EPM) are selected as the most preferred mechanisms to allocate the cost for each participant in the alliance as both can produce a fair collaboration.

Keywords: city logistics, collaborative logistics, two-echelon location routing problem, demand uncertainty.

INTISARI

Peningkatan populasi perkotaan yang signifikan menyebabkan permintaan akan kebutuhan sehari-hari meningkat. Guna memenuhi semua permintaan pesanan, perusahaan logistik dituntut untuk lebih responsif dan fleksibel. Untuk memaksimalkan keuntungan mereka, setiap perusahaan akan mencoba menggunakan sumber dayanya secara efisien dalam mendistribusikan barang kepada pelanggan. Cara konvensional dalam mendistribusikan barang adalah dengan mengoperasikan lebih banyak kendaraan di sekitar pusat kota. Hal ini mengakibatkan tingginya aktivitas logistik, yang mungkin disertai dengan terjadinya masalah transportasi barang, seperti kemacetan lalu lintas, emisi berlebih, kebisingan, dan kecelakaan. Implementasi strategi kolaborasi antara perusahaan logistik dan penggunaan fasilitas perantara (satelit) di area kota dapat dianggap sebagai alternatif untuk mengatasi masalah di atas. Penelitian sebelumnya telah mengklaim bahwa implementasi kedua strategi tersebut dapat membantu mengurangi volume kendaraan yang beroperasi di wilayah perkotaan. Melihat dampak positif dari strategi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan strategi kolaborasi di logistik perkotaan, khususnya Yogyakarta, dan memilih mekanisme alokasi biaya untuk mengestimasi biaya serta penghematan yang dapat diperoleh tiap perusahaan dalam kolaborasi. Namun, dalam menyelesaikan masalah dunia nyata, unsur ketidakpastian perlu dipertimbangkan seperti variabilitas dalam permintaan. Untuk menunjukkan adanya variabilitas permintaan, *two-stage stochastic programming* dengan model recourse dikembangkan.

Penelitian ini mengembangkan model matematis untuk *collaborative two-echelon location routing problem* di bawah ketidakpastian permintaan dan menggunakan CPLEX untuk menyelesaikan masalah sederhana Algoritma *simulated annealing* (SA) digunakan untuk memecahkan masalah yang lebih besar. Untuk mengevaluasi kinerja strategi kolaboratif, studi perbandingan antara skenario kolaboratif dan non-kolaboratif dilakukan. Selain itu, beberapa mekanisme alokasi biaya berdasarkan *cooperative game theory* disajikan untuk memberikan gambaran yang lebih baik dari kolaborasi logistik serta memberikan lebih banyak pilihan untuk mengalokasikan biaya pasca kolaborasi antara perusahaan yang terlibat.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pendekatan kolaboratif dapat mengurangi total biaya distribusi seiring dengan penurunan jarak tempuh total dan jumlah sumber daya yang digunakan. Berdasarkan hasil analisis alokasi biaya, metode *proportional repartition* dan *equal profit* terpilih sebagai mekanisme alokasi biaya yang paling cocok diterapkan karena keduanya mampu memberikan kondisi kolaborasi yang seimbang antara perusahaan yang terlibat.

Kata kunci: *city logistics, collaborative logistics, two-echelon location routing problem*, ketidakpastian permintaan.