

## ABSTRACT

Medical drug shortages can have significant effects not only on patient health but also on a government. Demand uncertainty, distribution, and inventory policy are regarded as the main factors causing such shortages, and to avoid them medical institutes tend to order or store more medical drugs than they need, resulting in medical wastes that need to be properly addressed in order to mitigate any financial burden and impact on the environment.

The inventory routing problem (IRP) appears to be a good approach to model and solve the problem. This study thus extends IRP to propose a two-stage model that considers demand uncertainty and environmental issues concerning the distribution of medical drugs. The first objective focuses on the basic costs of inventory and distribution. Since medical wastes affect the environment and should be recycled, we also include the concept of reverse logistics. The second objective is additional calculation to get vehicle emissions resulting from distribution and recycling processes. To deal with uncertainty, we apply two different approaches based on the demand pattern probability to confirm the robustness of the proposed model. To solve the proposed model and to get a better solution, this research employs the Latin hypercube sequence to conducted the scenarios of demand and develops a metaheuristic based on the simulated annealing algorithm.

Finally, we report the results of numerical studies, including the performance of the proposed models and the effect on the economy and environment. The use of the Latin Hypercube and Annealing Simulation algorithm is capable of solving the proposed model of IRP and can provide competitive results compared to other algorithms. In terms of minimizing cost, the model is able to give better results for 16 problem instances out of 30 problem instances. Then, based on the results of sensitivity analysis to the decision of the penalty cost value shows the effect on inventory management decisions made by the supplier. Furthermore, the model can show the resulting emissions based on the process of distribution and waste management.

**Keywords:** inventory routing problem, stochastic programming, medical drug distribution, Latin hypercube, sustainability

## INTISARI

Kelangkaan obat-obatan di fasilitas kesehatan memberikan dampak yang sangat besar tidak hanya pada kesehatan pasien melainkan juga terhadap pemerintah. Ketidakpastian permintaan, distribusi, dan penentuan strategi penyimpanan dianggap menjadi faktor penting yang menyebabkan terjadinya kelangkaan dan untuk menghindari kejadian tersebut pusat-pusat kesehatan cenderung untuk memesan dan menyimpan obat lebih banyak dari yang dibutuhkan. Hal ini akan menimbulkan limbah yang membutuhkan penanganan secara khusus untuk menghindari dampak terhadap lingkungan dan keuangan.

*Inventory routing problem* (IRP) dianggap sebagai pendekatan yang baik untuk membangun model dan menyelesaikan masalah tersebut. Dalam penelitian ini IRP diperluas dengan mengusulkan *two-stage* model dengan mempertimbangkan ketidakpastian permintaan dan isu lingkungan serta memperhatikan aspek distribusi dari obat-obatan. Objektif yang pertama, fokus pada biaya yang terdiri dari biaya simpan dan biaya distribusi. Dikarenakan limbah produk kesehatan mempunyai dampak terhadap lingkungan sehingga diperlukannya proses pengolahan limbah, untuk itu dalam penelitian ini kami juga mempertimbangkan proses *reverse* logistik. Objektif yang kedua, merupakan kalkulasi tambahan untuk mengetahui produk emisi kendaraan dari proses distribusi dan pengolahan limbah. Sedangkan penanganan terhadap ketidakpastian, kami menerapkan 2 sistem pendekatan yang berbeda berdasarkan pola probabilitas permintaan untuk memvalidasi model yang diusulkan. Kemudian untuk menyelesaikan model, penelitian ini menerapkan Latin Hypercube sequence untuk membangun scenario permintaan dan membangun metaheuristik berbasis algoritma Simulated Annealing.

Terakhir, penggunaan Latin Hypercube dan Simulated Annealing algoritma mampu menyelesaikan IRP model dan dapat memberikan hasil yang kompetitif dibandingkan dengan algoritma yang lain. Dari segi ekonomi model mampu memberikan hasil yang lebih baik untuk 16 problem dari 30 problem yang digunakan. Kemudian, berdasarkan hasil sensitivitas terhadap penentuan biaya pinalti menunjukkan pengaruh terhadap keputusan management inventory yang dilakukan oleh supplier. Selanjutnya, dari sisi lingkungan model mampu menunjukkan hasil emisi yang dihasilkan berdasarkan proses distribusi dan penanganan limbah.

**Kata Kunci:** *inventory routing problem, stochastic programming, distribusi obat-obatan, Latin hypercube, sustainability*