UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Model Multiperiod Inventory Routing Problem dengan Lateral Transshipment untuk Distribusi Bantuan Kebencanaan Menggunakan Multi-Objective Simulated Annealing
Nathalia Dian Syavira, Ir. Sekar Sakti, S.T., M.BA., M.Sc., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Pada fase tanggap darurat, pemenuhan kebutuhan pengungsi bergantung pada kemampuan sistem logistik kebencanaan dalam mengalokasikan dan mendistribusikan bantuan secara cepat dan tepat. Namun, keterbatasan persediaan dan kapasitas transportasi dapat menyebabkan ketidakseimbangan persediaan dan kekurangan bantuan pada sejumlah lokasi pengungsian. Penelitian ini mengembangkan model *multiperiod Inventory Routing Problem* (IRP) dengan *lateral transshipment* antarbarak pengungsian serta armada heterogen dengan kapasitas dan biaya operasi yang berbeda.

Model dikembangkan sebagai permasalahan optimasi multiobjektif dengan dua fungsi tujuan, yaitu meminimalkan total waktu tempuh distribusi dan total biaya logistik yang terdiri dari *shortage cost* dan *operation cost*. Penyelesaian model dilakukan menggunakan metode eksak *epsilon-constraint* untuk skala permasalahan kecil dan metode metaheuristik *Multi-Objective Simulated Annealing* (MOSA) untuk skala permasalahan lebih besar. Kualitas *pareto front* MOSA dievaluasi menggunakan *hypervolume*. Lalu, kedua hasil solusi pada dataset yang sama dibandingkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mampu menghasilkan alternatif solusi *nondominated* yang merepresentasikan *trade-off* antara kecepatan distribusi dan total biaya logistik melalui perbedaan keputusan alokasi bantuan, rute, dan penggunaan kendaraan. Pada dataset kecil, metode eksak menghasilkan kualitas solusi yang lebih baik dibandingkan MOSA. Keunggulan MOSA terletak pada waktu komputasi ketika ukuran permasalahan meningkat. Pada dataset 4 barak, waktu komputasi eksak sebesar 177,3 menit dan MOSA sebesar 1,58 menit sehingga waktu komputasi berkurang 99,1% atau 112 kali lebih cepat. Pada dataset 5 barak, waktu komputasi eksak dan MOSA masing-masing adalah 1028,5 menit dan 1,57 menit sehingga waktu komputasi MOSA berkurang 99,8% atau lebih cepat 655 kali. Mosa juga mampu menghasilkan solusi hingga dataset 22 barak dalam waktu 8,05 menit. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa peningkatan jumlah korban secara langsung meningkatkan *shortage cost*, sedangkan perubahan *operation cost* memberikan perubahan searah terhadap total biaya operasi. Perubahan kedua parameter tersebut juga dapat memengaruhi konfigurasi rute dan penggunaan kendaraan.

Kata kunci: Logistik bencana, *Inventory Routing Problem* (IRP), *lateral transshipment, Multi-Objective Simulated Annealing* (MOSA)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Model Multiperiod Inventory Routing Problem dengan Lateral Transshipment untuk Distribusi Bantuan Kebencanaan Menggunakan Multi-Objective Simulated Annealing
Nathalia Dian Syavira, Ir. Sekar Sakti, S.T., M.BA., M.Sc., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

During the emergency response phase, fulfilling evacuees' needs depends on the ability of the disaster logistics system to allocate and distribute relief supplies rapidly and appropriately. However, limited inventory and transportation capacity may lead to inventory imbalances and relief shortages at several shelter locations. This study develops a multiperiod Inventory Routing Problem (IRP) model with lateral transshipment among shelters as well as heterogeneous vehicles with different capacities and operating costs.

The model is formulated as a multi-objective optimization problem with two objective functions, minimizing total distribution travel time and total logistics cost, which consists of shortage cost and operation cost. The model is solved using the exact epsilon-constraint method for small-scale instances and the Multi-Objective Simulated Annealing (MOSA) metaheuristic for larger-scale instances. The quality of the MOSA Pareto front is evaluated using the hypervolume metric, and the solutions generated by both methods are compared using the same datasets.

The results show that the model can generate alternative nondominated solutions representing the trade-off between distribution speed and total logistics cost through different relief allocation, routing, and vehicle utilization decisions. For small datasets, the exact method produces better solution quality than MOSA. However, MOSA demonstrates a significant advantage in computation time as the problem size increases. For the 4 shelter dataset, the exact method requires 177.3 minutes, while MOSA requires only 1.58 minutes, reducing computation time by 99.1% or approximately 112 times faster. For the 5 shelter dataset, the exact and MOSA computation times are 1,028.5 minutes and 1.57 minutes, respectively, resulting in a 99.8% reduction in computation time or approximately 655 times faster. MOSA is also capable of generating solutions for datasets of up to 22 shelters within 8.05 minutes. The sensitivity analysis shows that an increase in the number of evacuees directly increases the shortage cost, while changes in operation cost result in corresponding changes in the total operating cost. Changes in both parameters may also affect route configurations and vehicle utilization.

Keywords: Disaster logistics, Inventory Routing Problem (IRP), lateral transshipment, Multi-Objective Simulated Annealing (MOSA)