



Uji Optimalitas Menggunakan Metode *Stepping Stone* untuk Solusi Layak Awal dengan Metode *Direct Sum* dan *New Heuristic Method*

Aisyah Zahro^{1*}, Elis Ratna Wulan¹, Asep Solih Awalluddin¹

Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

*Correspondence: E-mail: zahroaisyah50@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang penyelesaian masalah transportasi kasus minimasi dengan metode *Direct Sum* dan *New Heuristic Method* pada data seimbang dan tidak seimbang untuk menentukan solusi layak awal, yang kemudian diuji optimalitasnya dengan metode *Stepping Stone*. Untuk tahapan penyelesaian menggunakan metode *Direct Sum*, kemudian dipilih biaya jumlah langsung terbesar. Selanjutnya, dipilih sel terendah dan dialokasikan permintaan atau persediaan seminimum mungkin, kemudian pilih kembali sel terendah sampai permintaan dan persediaan terpenuhi semua. Sedangkan tahapan penyelesaian menggunakan *New Heuristic Method*. Selanjutnya dipilih sel terendah dan dialokasikan permintaan atau persediaan seminimum mungkin, kemudian dipilih kembali sel terendah sampai permintaan dan persediaan terpenuhi semua. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pengujian optimalitas dengan metode *Stepping Stone*, metode *Direct Sum* memiliki hasil yang lebih optimal dan memiliki perubahan alokasi yang sedikit dibandingkan *New Heuristic Method*.

© 2022 Kantor Jurnal dan Publikasi UPI

ABSTRACT

This research discusses solving the transportation problem of minimization cases using the *Direct Sum Method* and *New Heuristic Method* on balanced and unbalanced data to determine an initial feasible solution, which is then tested for its optimality using the *Stepping Stone Method*. The stages of the *Direct Sum Method*, then, the largest direct amount cost is selected. Next, the lowest cell and allocate the minimum demand or supply are selected, then the lowest cell is selected again until all demand and supply are met. While the *New Heuristic Method* stages followed by selecting the lowest cell, and the minimum demand or supply is allocated, then the lowest cell is re-selected until all demand and supply are met. Based on the analysis with the *Stepping Stone Method*, the *Direct Sum Method* has more optimal results and has a slight change in allocation compared to the *New Heuristic Method*.

© 2022 Kantor Jurnal dan Publikasi UPI

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima 19 April 2022

Direvisi 30 April 2022

Disetujui 10 Mei 2022

Tersedia online 15 Mei 2022

Dipublikasikan 1 Juni 2022

Kata Kunci:

Masalah Transportasi,
Metode *Direct Sum*,
Metode *Stepping Stone*,
New Heuristic Method
Program Linear,
Riset Operasi.

Keywords:

Direct Sum Method,
Linear Programming,
New Heuristic Method,
Operations Research,
Stepping Stone Method,
Transportation Problem.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan industri dan teknologi yang pesat membawa dampak kepada kondisi sosial, politik dan ekonomi menyebabkan organisasi-organisasi industri tumbuh dan berkembang sedemikian rupa mengakibatkan kondisi lingkungan bisnis semakin dinamis dan kompleks. Riset operasi juga berkembang dengan pesat sesuai kebutuhan dan permasalahan di lapangan (Dyson, 2000).

Banyak model riset operasi yang sudah dikembangkan dan digunakan terhadap persoalan-persoalan bidang industri salah satunya yaitu metode transportasi (Ford & Fulkerson, 1956). Metode transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama ke tempat-tempat tujuan secara optimal. Distribusi ini dilakukan sedemikian rupa sehingga permintaan dari beberapa tempat tujuan dapat dipenuhi dari beberapa tempat asal (sumber), yang masing-masing dapat memiliki permintaan atau kapasitas yang berbeda. Alokasi ini dilakukan dengan mempertimbangkan biaya pengangkutan yang bervariasi karena jarak dan kondisi antar lokasi yang berbeda. Dengan menggunakan metode transportasi, alokasi distribusi barang diharapkan terlaksana dengan biaya total transportasi yang minimum.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi seperti metode pojok barat laut (*north west corne method*), metode biaya terendah (*least cost method*) dan metode aproksimasi vogel (*vogel's aproksimation method*). Jika telah dilakukan pengalokasian dengan salah satu metode tersebut akan di peroleh suatu nilai solusi layak awal (*feasible solution*), langkah berikutnya adalah melihat apakah alokasi tersebut sudah optimal atau belum yang dikenal dengan uji optimalisasi. Optimisasi adalah suatu upaya untuk memperoleh hasil, penerimaan, pendapatan, keuntungan dan sebagainya dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada (Singh, 2012). Ada dua metode untuk solusi optimal yaitu Metode *Stepping Stone* dan Metode MODI (*Modified Distribution*) (Hermansyah & Ramadhani, 2016). Metode *Stepping Stone* dipergunakan dalam berbagai pemodelan termasuk loading mesin (Eisemann, 1964).

Seiring dengan perkembangan zaman, banyak metode-metode baru yang lahir untuk menentukan solusi layak dari masalah transportasi. Salah satunya yaitu Metode *Direct Sum* yang merupakan metode yang mengidentifikasi biaya jumlah langsung (*direct sum*) terbesar (Eisemann, 1964). Beberapa peneliti telah mengembangkan metode alternatif untuk menentukan solusi layak awal, salah satunya yaitu *Modified Vogel's Approximation* yang merupakan metode yang menghitung biaya selisih di setiap baris dan kolom yang kemudian mengidentifikasi biaya selisih (*penalty*) terbesar pada baris atau kolom tersebut (Soomro et al., 2015). Penulis juga mengusulkan metode baru yaitu *New Heuristic Method*, dimana metode ini mengidentifikasi permintaan atau persediaan terbesar. Metode ini merupakan pengembangan dari *Maximum Supply with Minimum Cost Method* (Aguiar et al., 2015).

Karena Metode *Direct Sum* dan *New Heuristic Method* merupakan solusi layak awal yang mana perlu diuji keoptimalannya, maka digunakan metode *Stepping Stone* untuk mendapatkan solusi optimal dalam menyelesaikan masalah transportasi.

2. METODOLOGI

2.1 Algoritma Metode *Direct Sum*

Langkah 1: Dibuat tabel masalah transportasi. Jika data masalah transportasi seimbang maka lanjut ke langkah berikutnya, tetapi jika tidak seimbang maka ditambahkan baris atau kolom *dummy* agar menjadi masalah transportasi menjadi seimbang.

Langkah 2: Dihitung biaya jumlah langsung dari setiap baris dan setiap kolom. Biaya penjumlahan langsung didefinisikan sebagai jumlah dari biaya transportasi masing-masing asal ke berbagai tujuan, dan sebaliknya.

Langkah 3: Diidentifikasi baris atau kolom dengan biaya jumlah langsung terbesar

Langkah 4: Dipilih sel dengan biaya transportasi terkecil. Jika ada sel yang sama, pilih sel yang mana saja lalu alokasikan permintaan atau persediaan seminimum mungkin.

Langkah 5: Dipilih kembali sel dengan biaya terendah di baris atau kolom yang terpilih, Sampai permintaan atau persediaan terpenuhi. Jika sudah terpenuhi tidak perlu dipilih kembali sel dengan biaya terendah.

Langkah 6: Ulangi langkah 3-5 sampai semua permintaan dan persediaan terpenuhi.

Langkah 7: Dihitung biaya minimum total.

2.2 Algoritma *New Heuristic Method*

Langkah 1: Membuat tabel masalah transportasi. Jika data masalah transportasi seimbang maka lanjut ke langkah berikutnya, tetapi jika tidak seimbang maka ditambahkan baris atau kolom *dummy* agar menjadi masalah transportasi seimbang.

Langkah 2: Mengidentifikasi baris atau kolom yang permintaan atau persediannya terbesar.

Langkah 3: Memilih sel dengan biaya terendah di baris atau kolom itu. Jika ada sel yang sama, pilih yang mana saja lalu menetapkan minimum persediaan atau permintaan sel biaya terendah.

Langkah 4: Memilih kembali sel dengan biaya terendah di baris atau kolom yang terpilih, sampai permintaan atau persediaan terpenuhi. Jika sudah terpenuhi tidak perlu memilih kembali sel dengan biaya terendah.

Langkah 5: Ulangi langkah 2-4 sampai semua permintaan dan persediaan terpenuhi.

Langkah 6: Menghitung biaya minimum total.

2.3 Algoritma Metode *Stepping Stone*

Langkah 1: Pilih sel yang masih kosong untuk dievaluasi.

Langkah 2: Dari sel yang kosong buat sebuah jalur tertutup yang kembali ke sel, dengan cara melewati sel yang sudah teralokasi unit berdasarkan rute pengiriman dan pergerakannya dilakukan dengan menggunakan garis horizontal atau vertikal.

Langkah 3: Berikan tanda plus (+) dimulai dari sel yang masih kosong tersebut, dan lanjutkan dengan memberikan tanda minus (-) ke sel berikutnya. Tempatkan secara bergantian tanda plus (+) dan minus (-) pada setiap sel untuk jalur tertutup yang baru saja dilalui.

Langkah 4: Hitung indeks perbaikan dengan cara menambahkan semua unit biaya yang terdapat pada tiap sel dengan tanda positif dan kemudian kurangi dengan semua unit biaya yang terdapat pada tiap sel dengan tanda negatif.

Langkah 5: Ulangi langkah 1-4 sampai didapatkan semua perhitungan indeks perbaikan di semua sel yang masih kosong. Jika hasil semua perhitungan indeks perbaikan adalah positif, maka penyelesaian optimal telah tercapai. Jika tidak, maka haruslah

dilakukan perubahan alokasi pada sel yang telah terisikan alokasi rute dengan memilih nilai indeks perbaikan yang memiliki nilai negatif yang terbesar.

Langkah 6: Ulangi langkah 1-5 sampai indeks perbaikannya tidak ada yang bernilai negatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang dikutip dari Alkubaisi (2015), Qudoods *et al.*, (2016) dan Reza *et al.*, (2019) untuk beberapa kasus. Adapun model masalah transportasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Seimbang Masalah Tranportasi Kasus 1

Sumber	Tujuan				Persediaan
	D1	D2	D3	D4	
P1	10	20	5	7	200
P2	13	7	12	8	300
P3	4	15	7	9	200
P4	14	9	1	1	400
P5	3	12	3	9	400
Permintaan	500	600	200	200	1500

Setelah mengaplikasikan kedua metode solusi layak awal yaitu Metode *Direct Sum* dan *New Heuristic Method*, yang kemudian diuji optimalitasnya menggunakan Metode *Stepping Stone* didapatkan hasil yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Solusi

Metode Transportasi	Solusi Layak Awal	Iterasi	Solusi Optimal	Perubahan Alokasi
	Perhitungan Manual		<i>Metode Stepping Stone</i>	
<i>Metode Direct Sum</i>	\$8,400	4	\$8400	-
<i>New Heuristic Method</i>	\$8,600	4		1 iterasi

Berdasarkan Tabel 2, Metode *Direct Sum* memiliki hasil akhir dari perhitungan manual untuk solusi layak awal sebesar \$8400. Tidak terjadi perubahan alokasi karena biaya transportasi dari solusi layak awal tersebut sudah optimal. Sedangkan *New Heuristic Method* memiliki hasil akhir dari perhitungan manual untuk solusi layak awal sebesar \$8600. Terjadi perubahan alokasi sampai satu kali iterasi. Sehingga terjadi penurunan biaya transportasi sebanyak \$200, maka didapatkan solusi optimalnya sebesar \$8400.

Hasil perbandingan perhitungan manual untuk empat studi kasus yang telah diteliti, didapatkan hasil yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Perbandingan Perhitungan Manual Metode Direct Sum, New Heuristic Method dan Metode Stepping Stone

Studi Kasus	Metode <i>Direct Sum</i>	Perubahan Alokasi	<i>New Heuristic Method</i>	Perubahan Alokasi	Metode <i>Stepping Stone</i>
Kasus 1	\$8400	-	\$8600	1 Iterasi	\$8400
Kasus 2	\$665	1 Iterasi	\$725	2 Iterasi	\$650
Kasus 3	Rp.7.900.0	-	Rp.8.000.000	1 Iterasi	Rp.7.900.000
Kasus 4	\$775	1 Iterasi	\$820	1 iterasi	\$750

Dari keempat studi kasus yang sudah dilakukan perhitungan manual menggunakan dua metode solusi layak awal yaitu Metode *Direct Sum* dan *New Heuristic Method*, yang kemudian diuji optimalitasnya menggunakan Metode *Stepping stone*, metode *Direct Sum* merupakan metode yang lebih optimal dibandingkan *New Heuristic Method* karena Metode *Direct Sum* memiliki hasil akhir yang lebih optimal dan iterasi perubahan alokasinya pun lebih sedikit dibandingkan *New Heuristic Method*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, didapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Penyelesaian masalah transportasi dengan menggunakan Metode *Direct Sum* merupakan metode yang menghitung biaya jumlah langsung pada setiap baris dan kolom. *New Heuristic Method* merupakan metode yang mengidentifikasi baris atau kolom dengan nilai permintaan atau persediaan terbesar.
- Berdasarkan percobaan pada kasus 1, kasus 2, kasus 3, dan kasus 4, Metode *Direct Sum* memiliki hasil yang lebih optimal dibandingkan *New Heuristic Method* karena perubahan alokasinya lebih sedikit.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aguiar, G. F., Aguiar, B. C. X. C., Wilhelm, V. E. (2015). The MOMC method: A new methodology to find initial solution for transportation problems, *Applied Mathematical Sciences*, 9(19), 901–914.
- Alkubaisi, M. M. (2015). Modified Vogel method to find Initial Basic Feasible Solution (IBFS) introducing a new methodology to find best IBFS, *Business Management Research*, 4(2), 22–36.
- Dyson, R. G. (2000). Strategy, performance and operational research. *Journal of the Operational Research Society*, 51(1), 5-11.
- Eisemann, K. (1964). The generalized stepping stone method for the machine loading model. *Management Science*, 11(1), 154-176.
- Ford Jr, L. R., & Fulkerson, D. R. (1956). Solving the transportation problem. *Management Science*, 3(1), 24-32.
- Hermansyah, H., & Ramadhani, E. W. (2016). Perbandingan metode stepping stone dan

modified distribution dengan solusi awal metode least cost untuk meminimumkan biaya distribusi (Studi kasus produsen Mulya Telur Pontianak). *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 5(3), 249-256.

Reza, A. K. M. S., Jamali, A. R. M. J. U., & Biswas, B. (2019). A modified algorithm for solving unbalanced transportation problems. *Journal of Engineering Science*, 10(1), 93-101.

Quddoos, A., Javaid, S., & Khalid, M. M. (2016). A revised version of ASM-method for solving transportation problem. *International Journal Agriculture, Statistics, Science*, 12(1), 267-272.

Singh, A. (2012). An overview of the optimization modelling applications. *Journal of Hydrology*, 466, 167-182.

Soomro, A. S., Junaid, M., & Tularam, G. A. (2015). Modified Vogel's approximation method for solving transportation problems. *Mathematical Theory and Modeling*, 5(4), 32-42.