

VISUALISASI TEORI OPTIMALISASI BIAYA TRANSPORTASI UNTUK PEMBELAJARAN RISET OPERASI

Agus Sasmito Aribowo

Jurusan Teknik Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Babarsari no 2 Tambakbayan 55281 Yogyakarta Telp (0274) 485323
e-mail: sasmito_skom@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penulis yang sama dengan judul Pengembangan Sarana Pembelajaran Berbantuan Komputer Untuk Teori Optimalisasi Biaya Transportasi. Sarana pembelajaran berbantuan komputer tersebut berwujud sebuah aplikasi perangkat lunak (software). Aplikasi ini dibangun untuk mensimulasikan materi perkuliahan riset operasi, khususnya tentang optimalisasi biaya transportasi sehingga menjadi salah satu alternatif sarana belajar bagi mahasiswa. Aplikasi ini bersifat dinamis, artinya mampu menerima masukan data yang ditentukan sendiri oleh pengguna dan pemecahan permasalahan transportasi bisa ditampilkan secara langkah demi langkah.

Aplikasi hasil penelitian ini merupakan penyempurnaan dari hasil penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya aplikasi hanya mempresentasikan proses perhitungan pada tahap 1 proses optimalisasi yaitu menggunakan metode yaitu Vogel's Aproximation Method, Minimum Cost Value, dan North West Corner. Pada penelitian kedua ini telah diterapkan metode lanjutan teknik optimalisasi biaya transportasi yaitu teknik Stepping Stone, sehingga menjadi semakin optimal.

Aplikasi terdiri atas tiga bagian, yaitu bagian pengisian data lokasi supply dan lokasi demand, pengisian nilai supply dan demand di setiap lokasi supply dan lokasi demand, serta pengisian data biaya transportasi. Data yang telah diisikan akan diolah dengan teknik awal optimalisasi biaya transportasi yaitu salah satu metode Vogel's Aproximation Method, Minimum Cost Value, atau North West Corner. Optimalisasi lanjutan dengan metode Stepping Stone. Informasi yang dihasilkan dari setiap metode adalah jumlah unit yang harus dikirimkan dari setiap lokasi supply ke lokasi demand tertentu sehingga meminimalkan biaya transportasi..

Kata kunci : Pembelajaran Berbantuan Komputer, Teori Optimalisasi Biaya Transportasi

1. PENDAHULUAN

Belajar berbantuan komputer, atau sering disebut sebagai Computer Assisted Instruction (CAI), sudah cukup lama dikenal di negara maju. Perkembangan komputer di sisi software dan hardware memberikan kemungkinan yang semakin luas aplikasi CAI marak dikembangkan di Indonesia. Salah satunya untuk membantu proses pembelajaran dengan metode simulasi. Simulasi merupakan suatu cara pembelajaran dengan memberikan gambaran visual materi belajar sehingga lebih mudah dipahami.

Salah satu mata kuliah di Jurusan Teknik Informatika yang sangat baik jika disajikan menggunakan metode simulasi adalah mata kuliah riset Operasi. Dalam mata kuliah tersebut terdapat pokok bahasan tentang optimasi biaya transportasi. Permasalahan pada optimalisasi biaya transportasi adalah bagaimana meminimalkan biaya transportasi pengiriman barang dari beberapa lokasi sumber (*supply*) ke beberapa lokasi tujuan (*demand*). Persoalan ini merupakan persoalan pemrograman linear yang mempunyai karakter khusus, yaitu cenderung membutuhkan sejumlah pembatas yang relatif banyak, sehingga penggunaan komputer untuk mengolah data akan sangat membantu dalam menyelesaikan persoalan tersebut.

Berkaitan dengan penggunaan komputer sebagai media pembelajaran, penulis akan melaksanakan penelitian dalam bentuk pembuatan aplikasi untuk mensimulasikan penyelesaian masalah transportasi dan menyajikannya secara menarik sehingga mempermudah pengguna memahami tentang teknik optimalisasi biaya transportasi yang merupakan salah satu persoalan pemrograman linear.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Metode Transportasi

Menurut Subagya dkk, metode transportasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama (*supply*) ke tempat-tempat yang membutuhkan (*demand*) secara optimal. Transportasi berkaitan dengan penentuan rencana biaya terendah untuk mengirimkan satu barang dari sejumlah sumber (misalnya, pabrik) ke sejumlah tujuan (misalnya, gudang). Permasalahan transportasi dapat dilukiskan dalam bentuk model permasalahan Program Linear. Salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan yaitu dengan metode simpleks. Penelitian ini menelaah metode

tahap satu pemecahan masalah transportasi yaitu *Vogel's Aproximation Method*, *Minimum Cost Value*, dan *North West Corner* dan tahap dua yaitu *Stepping Stone* yang merupakan tahap lanjutan dari tahap satu yang mengoptimalkan hasil proses tahap satu.

Model Permasalahan Transportasi

Persoalan transportasi merupakan permasalahan yang berkaitan dengan perencanaan untuk pendistribusian barang-barang atau jasa dari beberapa lokasi suplai (*supply*) ke beberapa lokasi permintaan (*demand*).

Kendala-kendala adalah banyaknya barang yang tersedia disetiap lokasi suplai (asal/origin) terbatas dan barang-barang tersebut dibutuhkan dimasing-masing lokasi permintaan (tujuan/destination). Tujuan umum adalah meminimalkan biaya pengiriman barang dari beberapa lokasi asal ke beberapa lokasi tujuan. Maka model matematika pemrograman linier untuk permasalahan umum transportasi untuk *m* lokasi asal dan *n* lokasi tujuan adalah sebagai berikut:

Notasi:

- i* = indeks untuk lokasi asal, *i* = 1, 2,, *m*
- j* = indeks untuk lokasi tujuan, *j* = 1, 2,, *n*
- x_{ij}* = banyaknya satuan barang yang dikirim dari *i* ke *j*
- c_{ij}* = biaya pengiriman per unit dari *i* ke *j*
- s_i* = jumlah unit suplai atau kapasitas di lokasi asal *i*
- d_j* = jumlah unit permintaan di lokasi tujuan *j*

Minimalkan:

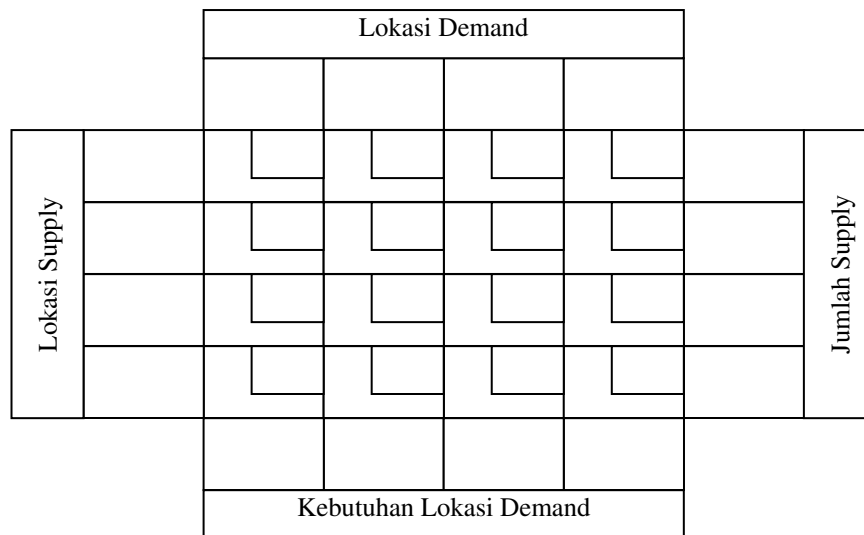
$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij}$$

kendala-kendala:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = S_i \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m \text{ suplai}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n \text{ permintaan dan } x_{ij} \geq 0 \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j$$

Model tampilan analitis dengan matriks dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Matriks Persoalan Transportasi

- c_{ij}* = biaya persatuan pengiriman dari *i* ke *j*
- x_{ij}* = banyaknya satuan produk yang dikirim dari *i* ke *j* (tidak diketahui besarnya)

Prosedur Penyelesaian Masalah Transportasi

Metode simpleks merupakan salah satu metode yang dipakai untuk menyelesaikan persoalan pemrograman linear. Maka dari itu metode simpleks dapat dipakai dalam menyelesaikan persoalan transportasi, karena persoalan transportasi merupakan persoalan pemrograman linear. Persoalan transportasi cenderung

membutuhkan kendala dan variabel dalam jumlah besar, sehingga metode yang dipakai dalam menyelesaikan persoalan transportasi dikenal dengan sebutan metode simpleks transportasi. Prosedur metode simpleks transportasi terdiri dari tiga tahap yaitu tahap inisialisasi, tahap tes pengoptimalan, dan tahap iterasi.

Tujuan yang akan dicapai pada tahap inisialisasi adalah mendapatkan solusi basis awal. Karena semua fungsi kendala pada persoalan transportasi merupakan suatu persamaan, metode simpleks transportasi menggunakan suatu prosedur sederhana untuk secara langsung membangun suatu solusi basis awal. Untuk memperoleh solusi basis awal akan digunakan tiga metode sebagai alternatif yaitu metode ujung barat laut, metode biaya minimum dan metode Aproksimasi Vogel. Data yang diperlukan pada tahap ini adalah biaya pengiriman per unit (c_{ij}), permintaan masing-masing agen(d_j), dan persediaan dari masing-masing pemasok(s_i). Perbedaan yang ada pada ketiga metode dalam menghasilkan solusi basis awal adalah jumlah barang atau pesanan yang harus dikirim dari suatu pemasok tertentu ke suatu agen tertentu.

Langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan transportasi, yaitu:

1. Definisikan fungsi tujuan.
2. Bentuk tabel transportasi dengan m baris yang menyajikan sumber (suplai) dan n kolom yang menyajikan tujuan (demand).
3. Mencari solusi berupa menghitung biaya minimum.
4. Ujilah apakah solusi tersebut sudah optimal. Bila terdapat keraguan bisa dicoba metode yang lain untuk mencari solusi biaya minimum.
5. Ulangi langkah 3 sampai biaya optimum tercapai.

Dengan memperhatikan langkah-langkah menyelesaikan permasalahan transportasi diatas, maka akan didapatkan penyelesaian masalah transportasi dengan menggunakan banyak cara penyelesaian. Adapun tiga cara dalam penyelesaian masalah transportasi tersebut, yaitu:

1. Metode ujung barat laut (North West Corner Method)

Alokasi awal nilai sel ditetapkan pada sel yang berada diujung kiri atas tabel. Nilai sel awal tergantung pada kendala-kendala *suplai* dan *demand* untuk sel.

Langkah-langkah dalam menentukan solusi awal dari metode ini adalah sebagai berikut:

- a. Alokasikan nilai sebesar mungkin pada sel x_{11} dengan memperhatikan kendala suplai dan demand.
Contoh: $x_{11} = \min \{S_1, d_1\}$
- b. Alokasikan nilai sebesar mungkin pada sel yang bersebelahan dengan sel x_{11} .
Contoh: bila $s_1 > d_1$ maka $x_{11} + x_{12} = s_1$, $x_{12} = \dots$
bila $s_1 < d_1$ maka $x_{11} + x_{21} = d_1$, $x_{21} = \dots$
- c. Ulangi langkah 2 sampai semua nilai kendala terpenuhi

2. Metode biaya minimum (Minimum Cost Value)

Pada metode ini, pengalokasian nilai ditentukan pada nilai biaya yang terkecil. Alokasi pertama ditentukan pada sel dengan biaya (persatuan) terendah, kemudian untuk alokasi kedua dibuat pada sel dengan biaya terendah kedua, dan seterusnya sampai semua suplai yang dialokasikan memenuhi kebutuhan permintaan solusi awal mendekati solusi optimal.

3. Metode Vogel's Approximation Method (VAM)

Dalam penentuan solusi awal, VAM menetapkan konsep denda (penalty cost). Denda dimaksudkan sebagai selisih antara dua biaya terkecil pada sel-sel yang sebaris/sekolom.

Langkah-langkah pengerjaan metode VAM adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan denda untuk setiap baris dan kolom dengan mengurangkan dua biaya terkecil pada sel-sel yang sebaris atau sekelom (selisih antara dua biaya terkecil pada setiap baris atau kolom).
- b. Pilih baris atau kolom yang memuat denda tertinggi (atau memilih sel dengan biaya terkecil)
- c. Alokasikan sebesar mungkin pada *sel fisibel* dengan biaya transportasi terkecil dalam baris atau kolom dengan denda terbesar.
- d. Ulangi langkah-langkah 1, 2, dan 3 sampai tercapai suatu solusi biaya minimum.

4. Metode Stepping Stone

Metode stepping stone dilakukan setelah melalui salah satu dari tiga tahapan diatas. Metode ini memiliki alur kerja sebagai berikut :

- a. Menentukan variable masuk, yaitu sel yang berkecenderungan untuk dipertukarkan dengan isi sel yang lain.
- b. Tentukan sel yang berseberangan lokasinya untuk proses pertukaran.
- c. Pertukaran dilakukan. Jika hasil lebih optimal maka proses dianggap berhasil. Uji lagi dengan variable masuk pada sel yang lain.

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Sistem harus dapat menerima jumlah lokasi supply dan jumlah lokasi demand. Contohnya, tabel matriks persoalan transportasi berikut ini akan muncul jika diisi 3 buah lokasi supply dan 4 buah lokasi demand seperti pada gambar 1 diatas.

Masing-masing lokasi supply diberi sebuah nilai jumlah supply yang dapat diberikan. Demikian juga dengan lokasi demand. Setiap lokasi demand harus dapat ditentukan jumlahnya masing-masing. tabel matriks persoalan transportasi diatas akan muncul menjadi seperti di bawah ini setelah diisi data jumlah nilai supply dan demand di setiap titik supply dan demand.

		Lokasi Demand				Jumlah Supply
		Surabaya	Denpasar	Malang	Madiun	
Lokasi Supply	Solo					150
	Yogya					200
	Semarang					220
		180	140	170	80	
		Kebutuhan Lokasi Demand				

Gambar 2. Tabel Matriks Transportasi Telah Dilengkapi dengan Jumlah Supply dan Demand

Setelah pengisian kebutuhan supply dan demand dilakukan, aplikasi akan menerima input biaya pengiriman sehingga semua perpotongan antara titik supply dan demand terisi semua oleh biaya transportasi. Jika diimplementasikan pada tabel diatas, maka tabel tersebut menjadi seperti berikut :

		Lokasi Demand				Jumlah Supply
		Surabaya	Denpasar	Malang	Madiun	
Lokasi Supply	Solo	20	30	22	14	150
	Yogya	22	32	24	15	200
	Semarang	18	28	24	15	220
		180	140	170	80	
		Kebutuhan Lokasi Demand				

Gambar 3. Tabel Matriks Transportasi Telah Dilengkapi dengan Biaya Transportasi

Setelah pengisian data nilai transportasi selesai dilakukan, pengguna dapat melakukan proses perhitungan biaya transportasi dan proses ini dapat disajikan secara bertahap, langkah-demi langkah. Pengguna dapat memilih metode yang hendak dipakai, yaitu North West Corner, Minimum Cost Value atau Vogel's Aproximation Method.

Hasil perhitungan dari salah satu metode tersebut dapat dilanjutkan ke perhitungan tahap dua menggunakan metode stepping stone.

Seluruh proses diperlihatkan secara visual dan bertahap sehingga setiap tahap dapat diketahui perubahannya dan mempermudah pemahaman bagi penggunanya. Aplikasi harus mampu menyimpan hasil perhitungan dalam format teks dan dapat melakukan pencetakan di atas kertas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sarana pengisian data awal merupakan bagian yang pertama kali tampil ketika aplikasi dijalankan. Seperti yang telah dirancang pada bagian perancangan sistem, form entry data awal meminta input nama dan nomor mahasiswa, serta jumlah lokasi supply dan demand yang diinginkan.



Gambar 4. Form Pengisian Data Awal

Langkah berikutnya adalah menentukan lokasi-lokasi supply dan demand berikut nilai produksi pada lokasi supply dan nilai kebutuhan pada lokasi demand.

Lokasi Supply			Lokasi Demand		
	Nama	Jumlah		Nama	Jumlah
Lokasi 1	Semarang	80	Lokasi 1	Surabaya	50
Lokasi 2	Solo	50	Lokasi 2	Madiun	40
Lokasi 3	Salatiga	20	Lokasi 3	Malang	25

Gambar 5. Form Pengisian Data Lokasi Supply dan Demand berikut nilainya

Langkah berikutnya adalah mengisikan biaya transportasi yang berlaku pada setiap lokasi supply ke setiap titik lokasi demand.

Biaya Transportasi dari Lokasi Supply ke Lokasi Demand				
Supply	Demand			Jumlah Penawaran
	Surabaya	Madiun	Malang	
Semarang	8	7	9	80
Solo	9	4	8	50
Salatiga	1	5	9	20
	50	40	25	
	Jumlah Permintaan			

Gambar 6. Form Pengisian Data Biaya Transportasi Antar Lokasi Supply dan Demand

Jika proses pengisian data biaya telah lengkap maka bisa dilanjutkan dengan proses pencarian biaya minimum. Terdapat tiga pilihan metode penentuan biaya minimum, yaitu *Vogel's Approximation Method (VAM)*, *Minimum Cost Value*, serta *North West Corner*. Jika pengguna memilih metode *North West Corner* maka akan ditampilkan langkah-langkah penyelesaian menggunakan metode tersebut. Pengguna juga dapat menghitung menggunakan ketiga metode tersebut secara bersamaan sehingga bisa mengetahui metode manakah yang memberikan hasil paling optimal.

Adapun langkah-langkah penyelesaian persoalan transportasi dengan metode *North West Corner* adalah seperti berikut :

North West Corner					
VISUALISASI METODE NORTH WEST CORNER					
Sumber	Surabaya	Madiun	Malang	D4	Jumlah Penawaran
Semarang	8 50	7 30	9	0	80 30 0
Solo	9	4 10	8 25	0 15	50 40 15 0
Salatiga	1	5	9	0 20	20 0
	50 0	40 10 0	25 0	35 20 0	

Gambar 7. Form Visualisasi Metode North West Corner

Form diatas memperlihatkan bahwa hasil transportasi terakhir adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya} &= (50 \times 8) + (30 \times 7) + (10 \times 4) + (25 \times 8) + (15 \times 0) + (20 \times 0) \\
 &= 400 + 210 + 40 + 200 \\
 &= 850
 \end{aligned}$$

Hasil ini belum optimal sehingga perlu dilanjutkan pada tahap kedua menggunakan metode stepping stone.

Stepping Stone					
VISUALISASI METODE STEPPING STONE					
Sumber	Tujuan				Jumlah Penawaran
	Surabaya	Madiun	Malang	D4	
Semarang	50	30			80
Solo		10	25	15	50
Salatiga				20	20
	50	40	25	35	

Gambar 8. Langkah Awal Stepping Stone

The four intermediate steps show the following adjustments:

- Step 1:** A blue box highlights the 50 units from Semarang to Surabaya and 30 units from Semarang to Madiun. Yellow circles with plus signs are placed at (Semarang, Surabaya), (Semarang, Madiun), (Solo, Madiun), and (Solo, D4).
- Step 2:** A blue box highlights the 40 units from Semarang to Surabaya and 40 units from Solo to Madiun. Yellow circles with plus signs are placed at (Semarang, Surabaya), (Solo, Madiun), (Solo, D4), and (Salatiga, Surabaya).
- Step 3:** A blue box highlights the 40 units from Solo to Madiun and 10 units from Solo to D4. Yellow circles with plus signs are placed at (Solo, Madiun), (Solo, D4), (Semarang, Madiun), and (Semarang, D4).
- Step 4:** A blue box highlights the 15 units from Semarang to Madiun and 25 units from Solo to Malang. Yellow circles with plus signs are placed at (Semarang, Madiun), (Solo, Malang), (Solo, D4), and (Semarang, D4).

Gambar 9. Langkah Bertahap Metode Stepping Stone

Sumber	Tujuan				Jumlah Penawaran
	Surabaya	Madiun	Malang	D4	
Semarang	30		15	35	80
Solo		40	10		50
Salatiga	20				20
	50	40	25	35	

Gambar 10. Langkah Akhir Proses Stepping Stone

Form diatas memperlihatkan bahwa hasil transportasi terakhir adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya} &= (30 \times 8) + (15 \times 9) + (35 \times 0) + (40 \times 4) + (10 \times 8) + (20 \times 1) \\
 &= 240 + 135 + 160 + 80 + 20 \\
 &= 635
 \end{aligned}$$

Hasil ini jauh lebih optimal daripada hasil metode pertama (North West Corner) diatas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Metode stepping stone yang merupakan pengembangan aplikasi pada penelitian sebelumnya dapat bekerja dengan baik dan menyempurnakan perhitungan menjadi lebih optimal. Sarana pembelajaran teknik transportasi telah dapat diwujudkan dalam pemrograman visual dan bisa dipakai untuk menghitung berbagai jenis variasi permasalahan transportasi. Aplikasi bersifat serba guna karena selain berguna untuk simulasi metode transportasi yang merupakan metode pembelajaran yang baik, aplikasi juga benar-benar dapat menyelesaikan permasalahan transportasi yang sesungguhnya.

Saran

Perlu penelitian lanjutan di lapangan untuk menilai apakah aplikasi ini dapat diterima sebagai sarana simulasi teknik transportasi dengan mendengarkan pendapat dari pengguna secara langsung maupun mahasiswa yang mendapat materi riset operasi dan menerima presentasi simulasi menggunakan software ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sasmito Aribowo, 2006, *Pengembangan Sarana Pembelajaran Berbantuan Komputer Untuk Teori Optimalisasi Biaya Transportasi*, Jurnal Respati, STTI Respati, Yogyakarta.
- Ari Suryo Kusumo, 2000, *Buku Latihan Microsoft Visual Basic 6.0*, PT.Elex Media Komputindo, Jakarta
- B. Budiharjo, *Komputer dan Masyarakat*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 1991
- Jogiyanto, HM, *Analisis & Desain Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur*, Yogyakarta, 1995.
- Michael Halvarson, 2000, *Microsoft Visual Basic 6.0, Profesional Step By Step*, PT.Elex Media Komputindo, Jakarta
- Sjartuni Ananta, 2000, *Tuntunan Praktis Pemrograman : Dasar-dasar Pemrograman Visual Basic 5.0*, April 2000, Cetakan Ketiga, Elex Media Komputindo, Jakarta
- Subagyo, Pangestu, dkk, *Dasar-Dasar Operations Research*, Penerbit BPFE, Yogyakarta, 2000