

Analisis Penugasan Sopir Pada Rute Optimal Pengangkutan Sampah Di Kota Palembang Dengan Menggunakan Metode Hungarian

Indrawati¹⁾, Irmeilyana²⁾, Ning Eliyati, Agus Lukowi
Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya
¹email: iin10juni@yahoo.com
²email: imel_unsri@yahoo.co.id

Abstrak- Metode Hungarian adalah algoritma kombinasi untuk optimasi yang dapat digunakan dalam menemukan solusi optimal dari permasalahan *personnel assignment problem*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan penugasan optimal sopir dump truck pada rute optimal pengangkutan sampah di Kecamatan Iliir Timur I Palembang. Rute optimal yang dibahas merupakan masalah *Open Capacitated Vehicle Routing Problem (OCVRP)*. Ditinjau dari jumlah objek dan jumlah tugas, maka masalah penugasan sopir yang sering membawa pulang dump truck (penugasan I) merupakan kondisi penugasan tidak seimbang, sedangkan pada masalah sopir yang jarang membawa pulang dump truck (penugasan II) merupakan kondisi penugasan seimbang. Dengan menggunakan metode Hungarian, ada 5 penugasan optimal yang mungkin pada masalah penugasan I dan ada 2 penugasan optimal untuk masalah penugasan II. Dalam hal ini, ada 10 kemungkinan solusi masalah penugasan sopir pada rute optimal pengangkutan sampah di Kecamatan Iliir Timur I Palembang.

Kata kunci: Rute optimal, metode Hungarian, penugasan sopir dump truck, pengangkutan sampah.

I. PENDAHULUAN

Aljabar matriks merupakan salah satu teori matematika yang dapat diaplikasikan pada ilmu optimasi. Salah satu masalah ilmu optimasi yang dapat diselesaikan dengan matriks adalah masalah penugasan. Masalah penugasan mensyaratkan adanya fasilitas-fasilitas yang sama banyaknya dengan tugas-tugas, misalnya masing-masing sebanyak n . Dalam hal ini, terdapat $n!$ cara yang berbeda untuk menetapkan tugas-tugas pada fasilitas-fasilitas dengan korespondensi satu-ke-satu

(*one-to-one*). Tujuan dari masalah penugasan untuk menetapkan setiap tugas yang sesuai pada pekerja, sehingga total kompetensi atau hasil pekerjaan dapat dimaksimalkan (Anton & Rorres, 2005). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penugasan yaitu dengan menggunakan metode Hungarian.

Sistem pengangkutan sampah di Kota Palembang dilakukan secara bertahap. Pengangkutan sampah oleh petugas Dinas Kebersihan dan Keindahan (DKK) dari TPS (Tempat Pembuangan Sementara) ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir) dilakukan berdasarkan pembagian Wilayah Kerja (WK). Pengangkutan sampah pada semua TPS dalam satu WK dilakukan oleh 1 orang sopir dengan satu kendaraan tetap. Kendaraan ini hanya mengangkut sampah dari TPS-TPS yang ada pada WK-nya saja.

Proses pengangkutan dengan memperhatikan kapasitas masing-masing kendaraan dan kapasitas permintaan (sampah) pada setiap rute disebut *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Solusi dari VRP adalah rute optimal (terpendek), sehingga dapat menghemat jarak tempuh kendaraan, biaya transportasi (termasuk biaya bahan bakar), dan waktu. Pada masalah CVRP (*Capacitated VRP*) konvensional seperti yang dibahas dalam Irmeilyana, dkk. (2009) kendaraan pengangkut komoditas (sampah) diharuskan kembali ke depot setelah menyelesaikan pekerjaannya. Tetapi, untuk beberapa kendaraan pengangkut biasanya tidak kembali ke depot setelah melaksanakan tugasnya, tetapi kembali ke tempat lain, misalnya rumah sopir pengangkut sampah tersebut. Dalam hal ini masalah menjadi lintasan terbuka *OCVRP (Open CVRP)*.

Indrawati, dkk. (2016) membahas penentuan rute optimal pada pengangkutan sampah di Kecamatan Iliir Timur I Kota Palembang dengan menggunakan metode *saving matrix*.

Tujuan yang dibahas pada makalah ini adalah menentukan penugasan (penempatan) optimal dari seorang sopir pada satu

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016

6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

http://ars.ilkom.unsri.ac.id

WK pada rute optimal yang didapat dari metode *saving matrix* (Indrawati,dkk., 2016) jika sebenarnya rute-rute tersebut merupakan lintasan terbuka yang dimulai dari rumah sopir dan kembali ke TPA, kemudian dilanjutkan kembali dari TPA ke rumah sopir setelah proses pengangkutan sampah selesai. Analisis penugasan optimal ini menggunakan metode Hungarian untuk memperoleh total jarak tempuh minimal dari penugasan sopir .

II. KAJIAN LITERATUR

2.1. Metode Hungarian

Rumusan tentang penugasan optimal secara tepat dengan sejumlah kuantitas adalah:

c_{ij} = biaya untuk menetapkan tugas ke- j pada fasilitas ke- i .
dengan $i, j = 1, 2, \dots n$.

Matriks biaya (*cost matrix*) merupakan matriks $n \times n$ yang mempunyai syarat tiap fasilitas dikenai oleh sebuah tugas yang unik atas dasar korespondensi satu ke satu adalah ekuivalen dengan syarat bahwa tidak ada dua c_{ij} yang berasal dari baris atau kolom yang sama. Matriks biaya dituliskan sebagai:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Jumlah n entri dari sebuah penugasan disebut **biaya** penugasan tersebut. Penugasan dengan biaya terkecil yang mungkin disebut **penugasan optimal (optimal assignment)** (Anton & Rorres, 2005).

Masalah penugasan sederhana adalah masalah penugasan yang hanya mempunyai satu tujuan optimasi, yaitu memaksimalkan atau meminimalkan suatu sumber daya (pendapatan, biaya, jasa, atau waktu) yang digunakan untuk menyelesaikan tugas.

Winston (1991) menyatakan metode Hungarian adalah sebuah algoritma kombinasi untuk optimasi yang dapat digunakan untuk menemukan solusi optimal dari permasalahan *personnel assignment problem*.

Anton & Rorres (2005) menyatakan langkah-langkah penyelesaian masalah penugasan menggunakan Algoritma Hungarian pada masalah minimasi dengan matriks adalah sebagai berikut.

1. Identifikasi dan penyederhanaan masalah dalam bentuk matriks biaya.
2. Modifikasi matriks biaya ke dalam matriks efektivitas; jika $n \neq m$ (masalah penugasan tidak

seimbang), yaitu dengan cara menambahkan *dummy job* atau *worker job*.

3. Tentukan nilai terkecil dari setiap baris, kemudian kurangkan setiap nilai dalam baris tersebut dengan nilai terkecilnya.
4. Periksa apakah setiap kolom telah mempunyai nilai nol, bila sudah dilanjutkan ke Langkah 5. Bila belum, dilakukan penentuan nilai terkecil dari setiap kolom yang belum mempunyai nilai nol, kemudian setiap nilai pada kolom tersebut dikurangkan dengan nilai terkecilnya.
5. Tutupi semua nilai nol dengan menggunakan baris vertikal atau horizontal seminimal mungkin. Bila jumlah garis sudah sama dengan jumlah baris atau kolom maka tabel telah optimal. Jumlah garis belum sama dengan jumlah baris atau kolom, maka dilanjutkan ke Langkah 6.
6. Tentukan nilai terkecil dari nilai-nilai yang tidak tertutup garis. Selanjutnya semua nilai yang tidak tertutupi garis dikurangkan dengan nilai terkecil tersebut.
7. Kembali ke Langkah 5.

Selanjutnya, pada entri-entri nol, dilakukan uji optimalitas untuk analisis penugasan optimal.

2.2. Rute Optimal pada Indrawati, dkk. (2016)

Data rute optimal pada Indrawati, dkk. (2016) sebagai berikut:

1. TPA - TPS Pasar Induk (J) – TPA.
2. TPA - TPS Jln. Letkl Iskandar (K2) - TPS Jln. Masjid Lama (E1) - Pasar 16 Ilir (E4) - Tengkuruk Permai (E3) – TPA.
3. TPA - TPS Jln. Kol Atmo (K1) - Kol. Atmo Depan JM (F7) - TPS Air Mancur s/d Sekip (I2) - Pasar 16 Ilir (K3) - TPA.
4. TPA - Jalur Tertib Jend. Suderman (I1) - Jln. Ali Gatsmir 14 Ilir (E2) - TPS Pasar Cinde (M7) - Rumah Susun (K4) - TPS Lapangan Hatta (M5) - TPA.
5. TPA - Sekip Bendung (H2) - RK Caritas s/d Jendral Sudirman (G3) - TPS Depo Bay Salim (H1) - Jln. Rajawali (H5) - Pasar Sekip Ujung (H4) - TPA.
6. TPA - TPS Simpang Sekip (M6) - Jend. Sudirman s/d Simpang Sekip (KI-KA) (F5) - TPS Departemen Agama (M3) - TPS Kantor Gubernur (M2) - TPS Rumah Sakit Caritas (M4) - Jln. Bay salim (H3) - TPS Belakang Panglima (M1) – TPA.

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
 6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

http://ars.ilkom.unsri.ac.id

7. TPA - TPS Jln. Jendral Sudirman (G1) - TPS kantor Kecamatan Ilir Timur I (L1) - Sekip Pangkal (G2) – TPA.
8. TPA - Taman Fly Over (F3) - Depan SPBU Romi Herton (F2) - SMK N2 (F8) - TPS Jln. Demang Lebar Daun (F1) - PLN Demang (F4), Demang Lebar Daun (F6) – TPA.
9. TPA - TPS Kemuning (L2) - Km.5 (K5) - TPA.

4. Mengolah hasil Langkah 3 dengan menggunakan metode Hungarian untuk masalah minimasi.
5. Menganalisis hasil perhitungan dari Langkah 4.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kasus dengan menggunakan data rute optimal kendaraan *dump truck* pada Indrawati, dkk. (2016). Data diperoleh dari DKK Kota Palembang dan survei lapangan. Adapun langkah- langkah yang dilakukan adalah :

1. Mengumpulkan data sopir yang ‘sering’ membawa mobil ke rumah.
2. Mengukur jarak antara rumah setiap sopir dengan TPS yang pertama kali dikunjungi pada setiap rute optimal dan juga jarak antara rumah setiap sopir dengan TPA.
3. Menyusun matriks biaya; yang entrinya adalah total jarak rumah sopir dengan TPA dan jarak rumah sopir dengan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan rute optimal pada kendaraan *dump truck* yang diperoleh dari Indrawati, dkk. (2016), maka dapat diketahui TPS yang pertama dikunjungi oleh sopir.

Beberapa sopir **sering** membawa pulang kendaraan *dump truck* setiap hari (selanjutnya disebut Masalah Penugasan I). Sedangkan beberapa sopir **jarang** membawa pulang mobil ke rumah (selanjutnya disebut Masalah Penugasan II). Mereka biasanya akan membawa pulang mobil jika diperlukan. Seperti penuhnya lokasi parkir di TPA, menghindari kemacetan agar tidak telat dalam mengangkutan sampah, dan alasan lain.

Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini merupakan data jarak antara rumah setiap sopir dengan TPS yang pertama kali dikunjungi pada rute optimal dan juga jarak antara rumah setiap sopir dengan TPA.

Tabel 1. Jarak TPS yang Pertama Dikunjungi dengan Rumah Setiap Sopir pada Masalah Penugasan I

Nama	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	TPA
Zulhadi	12,75	18,80	9,29	8,42	7,92	8,00	6,83	6,05	7,01	12,80
Amran	17,21	12,02	11,19	10,84	10,43	9,99	8,74	8,21	7,87	1,75
Hariato	17,41	12,22	11,39	11,04	10,63	10,19	8,94	8,41	8,07	1,55
Badarudin	17,43	12,24	11,41	11,06	10,65	10,11	8,96	8,43	8,09	1,53
Budiman	18,92	13,76	12,90	12,95	12,14	11,70	10,45	9,92	9,58	0,04

Keterangan:

Satuan jarak dalam km. R1-R9 = Jarak terdekat dengan TPS yang pertama pada rute optimal ke 1 sampai 9, yaitu ; TPS Pasar Induk, Jln. Letnan Kol. Iskandar, Jln. Kol. Atmo, Jalur Tertib Jed. Sudirman, Sekip Bandung, Simpang Sekip, Jln. Jend. Sudirman, Taman Fly Over, dan TPS Kemuning.

Tabel 2. Jarak TPS yang Pertama Dikunjungi dengan Rumah Setiap Sopir pada Masalah Penugasan II

Nama	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	TPA
Misbahudin	20,93	15,77	14,91	14,96	14,18	13,71	12,46	11,93	11,59	2,05
Alidin	9,10	11,82	11,51	12,39	14,02	13,00	14,15	14,88	14,76	22,75
Eman	2,66	4,88	4,60	5,45	7,09	6,10	7,21	7,93	7,84	16,96
Sopian	2,07	3,72	3,41	4,28	5,95	4,91	6,05	6,77	6,67	16,00

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
 6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>

Selanjutnya masalah penugasan setiap sopir pada rute optimal diselesaikan dengan metode Hungarian. Untuk membuat matriks biaya, jarak yang dihitung adalah penjumlahan dari jarak rumah setiap sopir dengan TPS yang pertama dikunjungi pada rute optimal dan jarak TPA ke rumah setiap sopir. Satuan jarak dalam km diubah dalam satuan hm (dikali 10) dengan pembulatan (tanpa desimal). Matriks biaya

yang diperoleh untuk Masalah Penugasan Sopir yang sering/selalu membawa pulang *dump truck* merupakan masalah penugasan tidak seimbang, sehingga perlu ditambah 4 sopir *dummy*, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Matriks Biaya pada Masalah Penugasan I

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Zulhadi	256	316	221	212	207	208	196	189	198
Amran	190	138	130	126	122	118	105	100	97
Hariato	190	138	130	126	122	118	105	100	97
Badarudin	189	137	129	126	122	116	105	99	96
Budiman	189	138	129	130	121	117	105	99	96
Dummy 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dummy 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dummy 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dummy 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4. Penyelesaian I dari Tabel Matriks Biaya Masalah Penugasan I

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R80	R9
Zulhadi	67	127	32	23	18	19	7	0	9
Amran	93	41	33	29	25	21	8	3	0
Hariato	93	41	33	29	25	21	8	3	0
Badarudin	93	41	33	30	26	20	9	3	0
Budiman	93	42	33	34	25	21	9	3	0
Dummy 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dummy 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dummy 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dummy 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
 6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>

Tabel 5. Penyelesaian II dari Tabel Matriks Biaya a Masalah Penugasan I

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R80	R9
Zulhadi	60	120	25	16	11	12	0	0	9
Amran	86	34	26	22	18	14	<u>1</u>	3	0
Hariato	86	34	26	22	18	14	1	3	0
Badarudin	86	34	26	23	19	13	2	3	0
Budiman	86	35	33	27	18	14	2	3	0
Dummy 1	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Dummy 2	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Dummy 3	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Dummy 4	0	0	0	0	0	0	0	7	7

Tabel 6. Penyelesaian III dari Tabel Matriks Biaya Masalah Penugasan I

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R80	R9
Zulhadi	60	120	25	16	11	12	0	0	10
Amran	85	33	25	21	17	13	0	<u>2</u>	0
Hariato	85	33	25	21	17	13	0	2	0
Badarudin	85	33	25	22	18	12	1	2	0
Budiman	85	34	32	26	17	13	1	2	0
Dummy 1	0	0	0	0	0	0	0	7	8
Dummy 2	0	0	0	0	0	0	0	7	8
Dummy 3	0	0	0	0	0	0	0	7	8
Dummy 4	0	0	0	0	0	0	0	7	8

Tabel 7. Penyelesaian IV dari Tabel Matriks Biaya Masalah Penugasan I

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R80	R9
Zulhadi	60	120	25	16	<u>11</u>	12	2	0	12
Amran	83	31	23	19	15	11	0	0	0
Hariato	83	31	23	19	15	11	0	0	0
Badarudin	83	31	23	20	16	10	1	0	0

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
 6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>

Budiman	83	32	30	24	15	11	2	0	0
Dummy 1	0	0	0	0	0	0	2	7	10
Dummy 2	0	0	0	0	0	0	2	7	10
Dummy 3	0	0	0	0	0	0	2	7	10
Dummy 4	0	0	0	0	0	0	2	7	10

Tabel 8. Penyelesaian V dari Tabel Matriks Biaya Masalah Penugasan I

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Zulhadi	49	109	14	5	0	1	2	0	12
Amran	72	20	12	8	4	0	0	0	0
Harianto	72	20	12	8	4	0	0	0	0
Badarudin	72	20	12	9	5	1	1	0	0
Budiman	72	21	19	13	4	0	1	0	0
Dummy 1	0	0	0	0	0	0	13	18	21
Dummy 2	0	0	0	0	0	0	13	18	21
Dummy 3	0	0	0	0	0	0	13	18	21
Dummy 4	0	0	0	0	0	0	13	18	22

Berdasarkan Tabel 8, ada 5 penugasan optimal yang mungkin, yang semuanya menghasilkan jarak minimal yang sama, yaitu 625. Penugasan yang mungkin tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Solusi Masalah Penugasan I

	Kemungkinan Solusi				
	I	II	III	IV	V
Zulhadi	R5	R5	R5	R5	R5
Amran	R6	R7	R6	R7	R8
Harianto	R7	R6	R7	R8	R7
Badarudin	R8	R8	R9	R9	R9
Budiman	R9	R9	R8	R6	R6

Masalah penugasan II, yaitu untuk sopir yang jarang membawa pulang *dump truck*, penugasannya menggunakan

route optimal 'sisa', yaitu R1, R2, R3, dan R4. Tabel 10 sampai Tabel 13 merupakan penyelesaian masalah penugasan II.

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
 6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

http://ars.ilkom.unsri.ac.id

Tabel 10. Tabel Matriks Biaya Masalah Penugasan II

	R1	R2	R3	R4
Misbahudin	230	179	170	171
Alidin	237	346	343	352
Eman	173	175	175	176
Sopian	162	164	163	164

(i) Misbahudin bertugas di R4, Alidin bertugas di R1, Eman bertugas di R2, dan Sopian bertugas di R3.
 Jarak optimal (minimal) = $171 + 237 + 175 + 163 = 746$.

(ii) Misbahudin bertugas di R3, Alidin bertugas di R1, Eman bertugas di R2, dan Sopian bertugas di R4.
 Jarak optimal (minimal) = $170 + 237 + 175 + 164 = 746$.

Tabel 11. Penyelesaian I dan II Masalah Penugasan II

	R	R2	R3	R4	R	R2	R3	R4
	1				1			
Misbahudin	68	17	8	9	68	15	<u>7</u>	7
Alidin	75	18	18	19	75	18	18	18
		4	1	0		2	0	8
Eman	11	13	13	14	11	11	12	12
Sopian	0	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	0	0	0	0

Karena pada solusi masalah penugasan I ada 5 kemungkinan, dan pada solusi masalah penugasan II ada 2 kemungkinan, maka ada 10 kemungkinan penugasan sopir pada rute optimal.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan bahwa ada 5 penugasan optimal yang mungkin pada masalah penugasan sopir yang sering membawa pulang *dump truck*. Sedangkan pada masalah sopir yang jarang membawa pulang *dump truck*, ada 2 penugasan optimal, yang semuanya menghasilkan jarak minimal yang sama. Dalam hal ini, ada 10 kemungkinan solusi masalah penugasan sopir pada rute optimal pengangkutan sampah di Kecamatan Ilir Timur I Palembang.

Tabel 12. Penyelesaian III dan IV Masalah Penugasan II

	R	R2	R3	R4	R	R2	R3	R4
	1				1			
Misbahudin	61	8	0	0	61	8	0	0
Alidin	68	17	17	18	64	17	16	17
		5	3	1		1	9	7
Eman	4	4	5	5	0	0	1	1
Sopian	0	0	0	0	0	0	0	0

REFERENSI

- [1] Anton, H dan Rorres, C. 2005. *Aljabar Linier Elementer Versi Aplikasi, Jilid 2 Edisi Kedelapan*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Indrawati, Irmeilyana, N. Eliyati, A. Lukowi. 2016. Determination of optimal routes on garbage transportation by using saving matrix method. Draft paper yang submit pada ICMS 2016, Malaysia.
- [3] Irmeilyana, Puspita, F. M., & Indrawati. (2009). *Pemodelan dan solusi optimal Open Capacitated Vehicle Routing Problem pada transportasi pengangkutan sampah di Kecamatan Ilir Timur I Kota Palembang*. Paper dipresentasikan pada Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya, Fak. Ilmu Komputer UNSRI.
- [4] Winston, W. L. 1991. *Operations Research: Applications and Algorithms*. 2nd Edition. California: Wadsworth Publishing.

Tabel 13. Penyelesaian V Masalah Penugasan II

	R1	R2	R3	R4
Misbahudin	61	8	0	0
Alidin	0	107	105	113
Eman	0	0	1	1
Sopian	0	0	0	0

Berdasarkan Tabel 13, hanya ada 2 kemungkinan solusi, yaitu: