

PENERAPAN PENUGASAN *MULTI-OBJECTIVE* UNTUK MENGOPTIMALKAN BIAYA, WAKTU DAN KUALITAS MENGUNAKAN METODE HUNGARIAN

IMPLEMENTATION OF MULTI-OBJECTIVE ASSIGNMENTS TO OPTIMIZE COST, TIME AND QUALITY USING OF THE HUNGARIAN METHOD

Sri Basriati^{1§}, Elfira Safitri², Muhammad Rizki³

¹Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau [Email: sribasriati@uin-suska.ac.id]

²Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

[Email: elfira.safitri@uin-suska.ac.id]

³Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau [Email: rizki25917@gmail.com]

[§]*Corresponding Author*

Received 10 Mei 2023; Accepted 12 Juni 2023; Published 30 Juni 2023;

Abstrak

Berbagai masalah dihadapi oleh perusahaan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Salah satunya pada penelitian ini untuk mengoptimalkan biaya, waktu dan kualitas secara bersamaan untuk mendapatkan solusi yang minimum. Pengoptimalan dari permasalahan tersebut menggunakan metode Hungarian dengan menerapkan penugasan *multi-objective*. Berdasarkan perbandingan hasil solusi optimal dari penugasan *one-objective*, *two-objective* dan *three-objective*, penugasan *three-objective* adalah hasil yang terbaik. Sehingga pada contoh kasus didapatkan solusi optimal yang mana total biaya yang dikeluarkan adalah Rp.24.950.000. Adapun total waktu yang diperlukan adalah 96 hari. Sedangkan kualitas produk rotan vas bunga adalah sangat bagus, lampu hias adalah bagus dan tikar adalah sangat bagus, rak adalah bagus, meja adalah sangat bagus, lemari adalah sangat bagus dan kursi tamu adalah sangat bagus.

Kata Kunci: Metode Hungarian, penugasan *multi-objective*, penugasan *one-objective*, penugasan *two-objective*, penugasan *three-objective*

Abstract

Various problems be facing by the company to get optimal results. One of them in this research is to optimize cost, time and quality simultaneous to get a minimal solution. The optimization of these problems uses the Hungarian method by applying *multi-objective* assignments. Based on the of the optimal solution results from *one-objective*, *two-objective* and *three-objective* assignments, these *third-objective* assignment is the best result. So that in the case example, the optimal solution is obtaining where the total cost incurred is Rp. 24,950,000. The total time required is 96 days. While the quality of the rattan flower vase is very good, the decorative lighting is very good and the mat is very good, the shelf is very good, the table is very good, the wardrobe is very good and the guest chair is very good.

Keywords: Hungarian method, *multi-objective* assignment, *one-objective* assignment, *two-objective* assignment, *three-objective* assignment.

1. Pendahuluan

Zaman modern pada saat ini, setiap perusahaan selalu mencari solusi persoalan-persoalan untuk mencapai hasil yang optimal. Berbagai cara dapat dilakukan agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan, misalnya: terjadinya kerugian, pemborosan waktu, buruknya kualitas dan lain-lain. Alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan program linier.

Menurut [1], program linier adalah perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum maksimum ataupun minimum, yaitu dari semua alternative yang ada akan didapatkan tujuan yang terbaik. Salah satu model yang dapat diterapkan untuk mengambil keputusan optimasi dalam program linier yaitu model penugasan. Model penugasan ini sudah pernah dibahas dalam penelitian [2] dan [3].

Sedangkan untuk Penugasan *multi-objective* adalah masalah penugasan yang mempunyai lebih dari satu tujuan yang akan dioptimalkan terhadap beberapa sumber daya yang dimiliki oleh pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Masalah ini biasanya ditemukan pada perusahaan-perusahaan produksi seperti mengoptimalkan biaya produksi, biaya pengiriman produk, waktu produksi, jarak pengiriman produk, kualitas produk dan lain-lain [4].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [5] mendapatkan hasil bahwa penugasan *multi-objective* metode Hungarian lebih optimal dan lebih baik daripada hanya menggunakan *one objective*. Penelitian [6] pendekatan proses

optimasi dan idealisasi masalah penugasan *multi-objective* diubah ke dalam bentuk persamaan linier, sehingga dapat diselesaikan menggunakan metode Hungarian. Penelitian [6] mendapatkan hasil dengan menggunakan penugasan *multi-objective* metode Hungarian, diperoleh efisiensi waktu dan biaya produksi daripada sebelum menggunakan penugasan *multi-objective* metode Hungarian. Keuntungan yang diperoleh lebih besar.

Berdasarkan penelitian [5], penulis tertarik untuk mengulas kembali penugasan *multi-objective* metode Hungarian dengan kasus yang berbeda. Metode tersebut diselesaikan dengan penugasan *one-objective*, *two-objective* dan *three-objective* menggunakan data biaya, waktu dan kualitas.

2. Landasan Teori

1. Program Linier

Menurut [7], program linier atau *linear programming* (LP) merupakan bagian dari matematika terapan yang dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan. Bentuk standar dari model program linear terdiri fungsi batasan dan fungsi tujuan. Fungsi batasan adalah kapasitas yang tersedia dalam suatu persoalan yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai aktivitas-aktivitas terkait, sedangkan fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan suatu tujuan persoalan dari pengalokasian secara optimal minimum maupun maksimum [8].

2. Model Penugasan (*Assignment Model*)

a. Penugasan Sederhana (*One-Objective*)

Menurut [1], model penugasan merupakan masalah tersendiri dari model transportasi, yang mana sejumlah m sumber ditugaskan kepada sejumlah n tujuan (satu sumber untuk satu tujuan) untuk mendapatkan nilai optimum minimum ataupun maksimum yang diinginkan. Pada umumnya yang dimaksud sumber adalah pekerjaan (atau pekerja), sedangkan tujuan adalah mesin-mesin (dalam masalah penelitian ini pekerja adalah pengrajin sedangkan tujuannya adalah produk rotan). Masalah penugasan, dalam sejumlah pekerjaan dapat didelegasikan sejumlah pekerja dalam basis satu-satu atau diasumsikan bahwa jumlah pekerja sama dengan jumlah tugas yang akan dikerjakan [9].

Secara sistematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$x_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{jika pekerjaan ke- } i \text{ tidak ditugaskan pada mesin ke- } j \\ 1, & \text{jika pekerjaan ke- } i \text{ ditugaskan pada mesin ke- } j \end{cases}$$

Dengan demikian, model pada persoalan ini adalah :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} = 0 \text{ atau } 1$$

b. Penugasan *Multi-Objective*

Apabila dalam proses penugasan memiliki dua atau lebih fungsi tujuan yang ingin dicapai misalnya biaya operasi dan waktu operasi, timbul

pemikiran cara untuk mendapatkan solusi antara keduanya secara bersamaan. Dapat diketahui bahwa satuan untuk mengukur biaya operasi (Rupiah atau yang berkaitan dengan uang) sedangkan waktu operasi (detik, jam, hari dan tahun) hal tersebut sangatlah berbeda, sehingga tidak bisa untuk menyamakan langsung biaya operasi ke dalam fungsi objektif yang diukur oleh biaya operasi saja, maupun menyamakan langsung waktu operasi ke dalam fungsi objektif yang diukur oleh waktu operasi saja [10].

Menurut [11], langkah pertama yang dilakukan adalah dengan menstandarisasikan semua data, $\text{Standarisasi} = \frac{\text{nilai data}}{\text{nilai data maksimum}}$. Misalnya setiap data biaya dibagi dengan nilai maksimum pada data biaya, setiap data waktu dibagi dengan nilai maksimum pada data waktu, setiap data kualitas dibagi dengan nilai maksimum pada data kualitas tersebut dan seterusnya.

Diasumsikan bobot dari dua fungsi tujuan tersebut memiliki kepentingan yang sama. $a = a_1 = a_2 = \dots = a_d$, yang mana $= \frac{1}{d}$, dan d adalah banyaknya tujuan. Misalkan C adalah fungsi tujuan untuk biaya, dan T adalah fungsi tujuan untuk waktu, maka diperoleh fungsi tujuan sebagai berikut:

$$\text{Minimumkan } C, T = a_1 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} + a_2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij}$$

Atau secara umum ditulis dengan:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z(d) = & a_1 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n z_{ij}^1 x_{ij} \\ & + a_2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n z_{ij}^2 x_{ij} + \dots + \\ & a_d \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n z_{ij}^d x_{ij} \quad (2) \end{aligned}$$

Keterangan :

$Z(d)$: Jenis fungsi tujuan yang akan dioptimalkan;

z_{ij}^d : Nilai masing-masing fungsi tujuan dari pekerja i ke mesin j .

3. Metode Hungarian

Menurut [6], ada beberapa Langkah-langkah penyelesaian dengan metode Hungarian untuk masalah minimisasi adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan menyederhanakan masalah dalam bentuk matriks/tabel penugasan.
2. Menentukan nilai terkecil dari setiap baris, lalu mengurangi semua nilai dalam baris dengan nilai terkecil tersebut.
3. Memeriksa apakah setiap kolom telah mempunyai nilai nol. Jika sudah, maka dilanjutkan ke Langkah 4; jika belum, maka melakukan penentuan nilai terkecil dari setiap kolom yang belum mempunyai nilai nol, lalu mengurangi setiap nilai pada kolom dengan nilai terkecil tersebut.
4. Melakukan penarikan garis vertikal/horizontal seminimal mungkin pada semua nilai nol. Jika jumlah garis sudah sama dengan jumlah baris atau kolom, maka tabel telah optimal. Jika jumlah garis belum sama dengan jumlah baris

atau kolom, maka tabel belum optimal dan di lanjutkan ke Langkah 5.

5. Menentukan nilai terkecil dari nilai-nilai yang tidak tertutup garis. Lalu mengurangi semua nilai yang tidak tertutup garis dengan nilai terkecil tersebut dan menambahkan nilai yang tertutup oleh dua garis dengan nilai terkecil tersebut.

6. Kembali ke Langkah 4.

3. Hasil Dan Pembahasan

1. Masalah Penugasan *Multi-Objective*

Masalah penugasan *multi-objective* adalah masalah penugasan yang mempunyai beberapa fungsi tujuan untuk mendapatkan hasil yang optimal dari beberapa sumber daya. Penelitian ini terdiri dari sumber daya biaya, waktu dan kualitas. Jadi, untuk lebih jelasnya dapat dijabarkan contoh kasus sebagai berikut:

Contoh Kasus:

Seorang pengusaha sedang menyeleksi pengrajin rotan untuk memasok barang kerajinan rotan pada toko Rotan Sederhana Jaya di Pekanbaru. Adapun barang kerajinan rotan yang dibutuhkan adalah vas bunga (A), lampu hias (B), tikar (C), rak (D), meja (E), lemari (F), dan kursi tamu (G). Sedangkan untuk pengrajin dipilih 7 pengrajin yaitu Bapak Zainuddin (1), Bapak Tono (2), Bapak Karyo (3), Bapak Parto (4), Bapak Kandar (5), Bapak Samsul (6), dan Bapak Khairul (7). Hasil wawancara dapat disajikan dalam Tabel 1, yang mana menunjukkan penetapan biaya pembuatan per lima buah kerajinan rotan (dalam ribuan rupiah), waktu pembuatan (dalam hari),

dan kualitas (sangat bagus (1), bagus (2), cukup bagus (3), dan kurang bagus (4)). Data dari

masing-masing pengrajin adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Toko Rotan Sederhana Jaya

Pengrajin	Sumber Daya	Produk Rotan						
		A	B	C	D	E	F	G
1	Biaya	250	300	250	550	750	850	10000
	Waktu	3	12	7	16	18	16	21
	Kualitas	3	3	4	3	3	4	1
2	Biaya	380	400	450	480	1500	6000	9000
	Waktu	6	12	5	16	21	20	21
	Kualitas	2	2	3	4	2	2	1
3	Biaya	200	240	500	4500	5000	7500	8000
	Waktu	7	12	6	20	20	18	21
	Kualitas	3	4	2	1	1	1	2
4	Biaya	450	750	1250	3000	4500	5000	6000
	Waktu	2	15	5	19	20	16	25
	Kualitas	4	1	1	1	1	2	3
5	Biaya	500	550	600	900	1000	1800	2500
	Waktu	6	14	7	16	24	16	18
	Kualitas	1	2	1	2	2	3	4
6	Biaya	400	420	480	800	850	900	1000
	Waktu	7	12	3	16	24	21	25
	Kualitas	1	2	3	2	3	4	4
7	Biaya	300	320	360	400	500	7000	7500
	Waktu	7	12	4	16	24	16	21
	Kualitas	2	2	3	4	4	1	3

Tabel 1 menunjukkan bahwa Pengrajin 1 memerlukan Produk Rotan A dengan biaya Rp. 250.000, waktu pembuatan memerlukan 3 hari dengan kualitas cukup bagus. Begitu seterusnya untuk Produk Rotan B, C, D, E, F dan G.

Berdasarkan data tersebut dapat dilakukan penugasan *multi-objective*, sebagai bahan pertimbangan dalam memilih kerajinan rotan yang akan dipilih.

2. Masalah Penugasan *Multi-Objective*

a. Penyelesaian Penugasan *One-Objective* Hanya Mempertimbangkan Biaya Operasi

Apabila proses penyelesaian masalah penugasan hanya mempertimbangkan biaya operasi, maka fungsi tujuannya dapat dilihat pada persamaan 1. Yang mana untuk solusi optimal waktu operasi dan kualitas harus mengikuti solusi optimal yang diperoleh pada biaya operasi tersebut.

Selanjutnya, untuk mencari solusi hasil penetapan biaya, waktu dan kualitas, maka dapat dilakukan dengan menggunakan metode Hungarian pada data biaya operasi, setelah langkah-langkah diselesaikan sampai iterasi ke-6 maka diperoleh solusi optimal pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Solusi Optimal Biaya Operasi (dalam Ribuan Rupiah)

Pengrajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	100	100	0	190	200	0	9050
2	110	80	80	0	830	5030	7930
3	10	0	210	4100	4410	6610	7010
4	0	250	700	2340	3650	3850	4750
5	0	0	0	190	100	600	1200
6	200	170	180	390	250	0	0
7	200	170	160	90	0	6200	6600

Hasil Tabel 2 adalah sebagai berikut:

$$x_{1F}^* = x_{2D}^* = x_{3B}^* = x_{4A}^* = x_{5C}^* = x_{6G}^* = x_{7E}^* = 1.$$

Dengan menyesuaikan Tabel 1 maka diperoleh:

Total biaya operasi:

$$C = 850 + 480 + 240 + 450 + 600 + 1000 + 50 = 4.120 \text{ (Ribuan Rupiah)}$$

Total waktu Operasi:

$$T = 16 + 16 + 12 + 2 + 7 + 25 + 24 = 102 \text{ Hari}$$

Dengan kualitas hasil penyelesaian pada produk rotan A adalah kurang bagus, B adalah kurang bagus, C adalah sangat bagus, D adalah kurang bagus, E adalah kurang bagus, F adalah kurang bagus dan G adalah kurang bagus.

b. Penyelesaian Penugasan One-Objective Hanya Mempertimbangkan Waktu Operasi

Mencari solusi hasil penetapan biaya, waktu dan kualitas, dapat dilakukan dengan menggunakan metode Hungarian pada data waktu operasi. Setelah langkah-langkah diselesaikan sampai iterasi ke-4 maka diperoleh solusi optimal pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Solusi Optimal Waktu Operasi (dalam Hari)

Pengrajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0	2	5	2	0	2	5
2	1	0	1	0	1	4	3
3	2	0	2	4	0	2	3
4	0	6	4	6	3	3	10
5	1	2	3	0	4	0	0
6	3	1	0	1	5	6	8
7	2	0	0	0	4	0	3

Hasil Tabel 3 adalah sebagai berikut: $x_{1E}^* = x_{2D}^* = x_{3B}^* = x_{4A}^* = x_{5G}^* = x_{6C}^* = x_{7F}^* = 1$.

Dengan menyesuaikan Tabel 1 maka diperoleh:

Total biaya operasi:

$$C = 750 + 480 + 240 + 450 + 2500 + 480 + 7000 = 11.900 \text{ (Ribuan Rupiah)}$$

Total waktu Operasi:

$$T = 18 + 16 + 12 + 2 + 18 + 3 + 16 = 85 \text{ Hari}$$

Dengan kualitas hasil penyelesaian pada produk rotan A adalah kurang bagus, B adalah kurang bagus, C adalah cukup bagus, D adalah kurang bagus, E adalah cukup bagus, F adalah sangat bagus dan G adalah kurang bagus.

c. Penyelesaian Penugasan One-Objective Hanya Mempertimbangkan Kualitas

Mencari solusi hasil penetapan biaya, waktu dan kualitas, dapat dilakukan dengan menggunakan metode Hungarian pada data kualitas. Setelah langkah-langkah diselesaikan sampai iterasi ke-3 maka diperoleh solusi optimal pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Solusi Optimal Kualitas

Pengrajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	2	1	2	1	1	2	0
2	1	0	1	2	0	0	0
3	3	3	1	0	0	0	2
4	4	0	0	0	0	1	3
5	1	1	0	1	1	2	4
6	0	0	1	0	1	2	3
7	2	1	2	3	3	0	3

Hasil Tabel 4 adalah sebagai berikut:

$$x_{1G}^* = x_{2B}^* = x_{3E}^* = x_{4D}^* = x_{5C}^* = x_{6A}^* = x_{7F}^* = 1$$

Dengan menyesuaikan Tabel 1 maka diperoleh:

Total biaya operasi:

$$C = 10000 + 400 + 5000 + 3000 + 600 + 400 + 7000 = 26.400 \text{ (Ribuan Rupiah)}$$

Total waktu Operasi:

$$T = 21 + 12 + 20 + 19 + 7 + 7 + 16 = 102 \text{ Hari}$$

Dengan kualitas hasil penyelesaian pada produk rotan A adalah sangat bagus, B adalah bagus, C adalah sangat bagus, D adalah sangat bagus, E adalah sangat bagus, F adalah sangat bagus dan G adalah sangat bagus.

$$x_{1G}^* = x_{2B}^* = x_{3D}^* = x_{4E}^* = x_{5C}^* = x_{6A}^* = x_{7F}^* = 1$$

Total biaya operasi:

$$C = 10000 + 400 + 4500 + 4500 + 600 \\ + 400 + 7000 = 27.400 \text{ (Ribuan Rupiah)}$$

Total waktu Operasi:

$$T = 21 + 12 + 20 + 20 + 7 + 7 + 16 \\ = 103 \text{ Hari}$$

Dengan kualitas hasil penyelesaian pada produk rotan A adalah sangat bagus, B adalah bagus, C adalah sangat bagus, D adalah sangat bagus, E adalah sangat bagus, F adalah sangat bagus dan G adalah sangat bagus.

$$x_{1G}^* = x_{2E}^* = x_{3D}^* = x_{4B}^* = x_{5C}^* = x_{6A}^* = x_{7F}^* = 1.$$

Total biaya operasi:

$$C = 10000 + 1500 + 4500 + 750 + 600 \\ + 400 + 7000 = 24.750 \text{ (Ribuan Rupiah)}$$

Total waktu Operasi:

$$T = 21 + 21 + 20 + 15 + 7 + 7 + 16 \\ = 107 \text{ Hari}$$

Dengan kualitas hasil penyelesaian pada produk rotan A adalah sangat bagus, B adalah sangat bagus, C adalah sangat bagus, D adalah sangat bagus, E adalah bagus, F adalah sangat bagus dan G adalah sangat bagus.

d. Penyelesaian Penugasan *Two-Objective* Mempertimbangkan Biaya dan Waktu Operasi

Langkah pertama untuk memecahkan masalah seperti ini adalah dengan menstandarisasikan semua data. Maksimum untuk biaya operasi adalah 10000, maksimum untuk waktu operasi adalah 25 dan maksimum untuk kualitas adalah 4. Jadi, untuk lebih mudah melakukan perhitungan, menentukan nilai terkecil maupun terbesar menggunakan metode Hungarian, maka nilai hasil standarisasi diubah kedalam bentuk desimal. Sehingga diperoleh hasil standarisasi sebagai berikut:

Tabel 5. Data Standarisasi Pengrajin Rotan Toko Rotan Sederhana Jaya

Pengrajin	Sumber Daya	Produk Rotan						
		A	B	C	D	E	F	G
1	Biaya	0,0250	0,0300	0,0250	0,0550	0,0750	0,0850	1
	Waktu	0,1200	0,4800	0,2800	0,6400	0,7200	0,6400	0,8400
	Kualitas	0,7500	0,7500	1	0,7500	0,7500	1	0,2500
2	Biaya	0,0380	0,0400	0,0450	0,0480	0,1500	0,6000	0,9000
	Waktu	0,2400	0,4800	0,2000	0,6400	0,8400	0,8000	0,8400
	Kualitas	0,5000	0,5000	0,7500	1	0,5000	0,5000	0,2500
3	Biaya	0,0200	0,0240	0,0500	0,4500	0,5000	0,7500	0,8000
	Waktu	0,2800	0,4800	0,2400	0,8000	0,8000	0,7200	0,8400
	Kualitas	0,7500	1	0,5000	0,2500	0,2500	0,2500	0,5000
4	Biaya	0,0450	0,0750	0,1250	0,3000	0,4500	0,5000	0,6000
	Waktu	0,0800	0,6000	0,2000	0,7600	0,8000	0,6400	1
	Kualitas	1	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,5000	0,7500
5	Biaya	0,0500	0,0550	0,0600	0,0900	0,1000	0,1800	0,2500
	Waktu	0,2400	0,5600	0,2800	0,6400	0,9600	0,6400	0,7200
	Kualitas	0,2500	0,5000	0,2500	0,5000	0,5000	0,7500	1
6	Biaya	0,0400	0,0420	0,0480	0,0800	0,0850	0,0900	0,1000
	Waktu	0,2800	0,4800	0,1200	0,6400	0,9600	0,8400	1
	Kualitas	0,2500	0,5000	0,7500	0,5000	0,7500	1	1
7	Biaya	0,0300	0,0320	0,0360	0,0400	0,0500	0,7000	0,7500
	Waktu	0,2800	0,4800	0,1600	0,6400	0,9600	0,6400	0,8400
	Kualitas	0,5000	0,5000	0,7500	1	1	0,2500	0,7500

Standarisasi data tidak mempengaruhi hasil keputusan dari masalah penugasan. Karena jika setiap elemen/nilai dari suatu tabel penugasan dikalikan atau dibagi dengan sebuah nilai skalar yang sama dengan setiap elemen/nilai pada tabel penugasan penetapan dari masalah penugasan tersebut tetap sama, karena mempunyai perbandingan nilai yang sama.

Apabila proses penyelesaian masalah penugasan *two-objective* mempertimbangkan biaya dan waktu operasi, maka fungsi tujuannya dapat dilihat pada Persamaan 2. Yang mana untuk solusi optimal biaya operasi, waktu operasi dan kualitas harus mengikuti solusi optimal penugasan *two-objective* yang diperoleh pada biaya dan waktu operasi tersebut.

Menggunakan Tabel 5 dengan bobot $a_1 = a_2 = \frac{1}{2}$, misalnya pada $c_{1A}, t_{1A} = \frac{0,0250+0,1200}{2} = 0,0725$, demikian seterusnya sampai c_{7G}, t_{7G} . Maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pembobotan Data Biaya dan Waktu Operasi

Pengrajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,07 25	0,25 50	0,15 25	0,34 75	0,39 75	0,36 25	0,92 00
2	0,13 90	0,26 00	0,12 25	0,34 40	0,49 50	0,70 00	0,87 00
3	0,15 00	0,25 20	0,14 50	0,62 50	0,65 00	0,73 50	0,82 00
4	0,06 25	0,33 75	0,16 25	0,53 00	0,62 50	0,57 00	0,80 00
5	0,14 50	0,30 75	0,17 00	0,36 50	0,53 00	0,41 00	0,48 50
6	0,16 00	0,26 10	0,08 40	0,36 00	0,52 25	0,46 50	0,55 00
7	0,15 50	0,25 60	0,09 80	0,34 00	0,50 50	0,67 00	0,79 50

Selanjutnya, untuk mencari solusi hasil penetapan biaya, waktu dan kualitas, maka dapat dilakukan dengan menggunakan metode Hungarian, setelah langkah-langkah diselesaikan

sampai iterasi ke-7 maka diperoleh solusi optimal pada tabel sebagai berikut:

Tabel 7. Solusi Optimal Hasil Pembobotan Data Biaya dan Waktu Operasi

Pengrajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,0 680	0,0 925	0,1 480	0,1 010	0 0	0 0	0,4 825
2	0,0 370	0 0	0,0 205	0 0	0 0	0,2 400	0,3 350
3	0,0 560	0 0	0,0 510	0,2 890	0,1 630	0,2 830	0,2 930
4	0 0	0,1 170	0,1 000	0,2 255	0,1 695	0,1 495	0,3 045
5	0,0 930	0,0 975	0,1 180	0,0 710	0,0 850	0 0	0 0
6	0,0 760	0,0 190	0 0	0,0 340	0,0 455	0,0 230	0,0 330
7	0,0 570	0 0	0 0	0 0	0,0 140	0,2 140	0,2 640

Hasil Tabel 7 satu pengrajin mengerjakan satu

produk rotan adalah sebagai berikut:

$$x_{1F}^* = x_{2E}^* = x_{3B}^* = x_{4A}^* = x_{5G}^* = x_{6C}^* = x_{7D}^* = 1.$$

Dengan menyesuaikan Tabel 1 maka diperoleh:

Total biaya operasi:

$$C = 850 + 1500 + 240 + 450 + 2500 + 480 + 400 = 6.420 \text{ (Ribuan Rupiah)}$$

Total waktu Operasi:

$$T = 16 + 21 + 12 + 2 + 18 + 3 + 16 = 88 \text{ Hari.}$$

Dengan kualitas hasil penyelesaian pada produk rotan A adalah kurang bagus, B adalah kurang bagus, C adalah cukup bagus, D adalah kurang bagus, E adalah bagus, F adalah kurang bagus dan G adalah kurang bagus.

e. Penyelesaian Penugasan *Two-Objective* Mempertimbangkan Biaya Operasi dan Kualitas

Menggunakan Tabel 5 dengan bobot $a_1 = a_2 = \frac{1}{2}$, misalnya pada $c_{1A}, q_{1A} = \frac{0,0250+0,7500}{2} =$

0,3875, demikian seterusnya sampai c_{7G}, q_{7G} .
Maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pembobotan Data Biaya Operasi dan Kualitas

Pengrajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,38 75	0,39 00	0,51 25	0,40 25	0,41 25	0,54 25	0,62 50
2	0,26 90	0,27 00	0,39 75	0,52 40	0,32 50	0,55 00	0,57 50
3	0,38 50	0,51 20	0,27 50	0,35 00	0,37 50	0,50 00	0,65 00
4	0,52 25	0,16 25	0,18 75	0,27 50	0,35 00	0,50 00	0,67 50
5	0,15 00	0,27 75	0,15 50	0,29 50	0,30 00	0,46 50	0,62 50
6	0,14 50	0,27 10	0,39 90	0,29 00	0,41 75	0,54 50	0,55 00
7	0,26 50	0,26 60	0,39 30	0,52 00	0,52 50	0,47 50	0,75 00

Selanjutnya, untuk mencari solusi hasil penetapan biaya, waktu dan kualitas, maka dapat dilakukan dengan menggunakan metode Hungarian, setelah langkah-langkah diselesaikan sampai iterasi ke-7 maka diperoleh solusi optimal pada tabel sebagai berikut:

Tabel 9. Solusi Optimal Hasil Pembobotan Data Biaya Operasi dan Kualitas

Pengrajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,0 650	0,0 665	0,1 850	0 0	0 0	0 0	0 0
2	0,0 340	0,0 340	0,1 575	0,2 090	0 0	0,0 950	0,0 375
3	0,1 150	0,2 410	0 0	0 0	0,0 150	0,0 100	0,0 775
4	0,3 610	0 0	0,0 210	0,0 335	0,0 985	0,1 185	0,2 110
5	0 0	0,1 265	0 0	0,0 650	0,0 600	0,0 950	0,1 725
6	0 0	0,1 250	0,2 490	0,0 650	0,1 825	0,1 800	0,1 025
7	0,0 100	0,0 100	0,1 330	0,1 850	0,1 800	0 0	0,1 925

Hasil Tabel 9 satu pengrajin mengerjakan satu produk rotan adalah sebagai berikut:

$$x_{1G}^* = x_{2E}^* = x_{3D}^* = x_{4B}^* = x_{5C}^* = x_{6A}^* = x_{7F}^* = 1$$

Dengan menyesuaikan Tabel 1 maka diperoleh:

Total biaya operasi:

$$C = 10000 + 1500 + 4500 + 750 + 600 + 400 + 7000 = 24.750 \text{ (Ribuan Rupiah)}$$

Total waktu Operasi:

$$T = 21 + 21 + 20 + 15 + 7 + 7 + 16 = 107 \text{ Hari.}$$

Dengan kualitas hasil penyelesaian pada produk rotan A adalah sangat bagus, B adalah sangat bagus, C adalah sangat bagus, D adalah sangat bagus, E adalah bagus, F adalah sangat bagus dan G adalah sangat bagus.

f. Penyelesaian Penugasan *Two-Objective* Mempertimbangkan Waktu Operasi dan Kualitas

Menggunakan Tabel 5 dengan bobot $a_1 = a_2 = \frac{1}{2}$, misalnya pada $t_{1A}, q_{1A} = \frac{0,1200+0,7500}{2} = 0,3875$, demikian seterusnya sampai t_{7G}, q_{7G} . Maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Pembobotan Data Waktu Operasi dan Kualitas

Pengrajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,43 50	0,61 50	0,64 00	0,69 50	0,73 50	0,82 00	0,54 50
2	0,37 00	0,49 00	0,47 50	0,82 00	0,67 00	0,65 00	0,54 50
3	0,51 50	0,74 00	0,37 00	0,52 50	0,52 50	0,48 50	0,67 00
4	0,54 00	0,42 50	0,22 50	0,50 50	0,52 50	0,57 00	0,87 50
5	0,24 50	0,53 00	0,26 50	0,57 00	0,73 00	0,69 50	0,86 00
6	0,26 50	0,49 00	0,43 50	0,57 00	0,85 50	0,92 00	1
7	0,39 00	0,49 00	0,45 50	0,82 00	0,98 00	0,44 50	0,79 50

Selanjutnya, untuk mencari solusi hasil penetapan biaya, waktu dan kualitas, maka dapat dilakukan dengan menggunakan metode Hungarian, setelah langkah-langkah diselesaikan sampai iterasi ke-6 maka diperoleh solusi optimal pada tabel sebagai berikut:

Tabel 11. Solusi Optimal Hasil Pembobotan Data Waktu Operasi dan Kualitas

Pengerajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0
2	650	450	500	250	650	500	0
3	0,0	0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0
4	800	0	650	300	800	600	800
5	0,2	0,3	0,1	0	0	0,0	0,2
6	900	150	250	0	0	600	700
7	0,3	0,0	0	0	0,0	0,1	0,4
1	350	200	0	0	200	650	950
2	0	0,0	0	0,0	0,1	0,2	0,4
3	0	850	0	250	850	500	400
4	0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,4	0,5
5	0	250	500	0,50	900	550	600
6	0,1	0,0	0,1	0,2	0,4	0	0,3
7	450	450	900	750	350	0	750

Hasil Tabel 11 satu pengerajin mengerjakan satu produk rotan adalah sebagai berikut:

$$x_{1G}^* = x_{2B}^* = x_{3E}^* = x_{4D}^* = x_{5C}^* = x_{6A}^* = x_{7F}^* = 1.$$

Dengan menyesuaikan Tabel 1 maka diperoleh:

Total biaya operasi:

$$C = 10000 + 400 + 5000 + 3000 + 600 + 400 + 7000 = 26.400 \text{ (Ribuan Rupiah)}$$

Total waktu Operasi:

$$T = 21 + 12 + 20 + 19 + 7 + 7 + 16 = 102 \text{ Hari}$$

Dengan kualitas hasil penyelesaian pada produk rotan A adalah sangat bagus, B adalah bagus, C adalah sangat bagus, D adalah sangat bagus, E adalah sangat bagus, F adalah sangat bagus dan G adalah sangat bagus.

g. Penyelesaian Penugasan *Three-Objective* Mempertimbangkan Biaya Operasi, Waktu Operasi dan Kualitas

Menggunakan Tabel 5 dengan bobot $a_1 = a_2 = a_3 = \frac{1}{2}$, misalnya pada $c_{1A}, t_{1A}, q_{1A} = \frac{0,0250+0,1200+0,7500}{3} = 0,2983$, demikian

seterusnya sampai c_{7G}, t_{7G}, q_{7G} . Maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 12. Hasil Pembobotan Data Biaya Operasi, Waktu Operasi dan Kualitas

Pengerajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,29	0,42	0,43	0,48	0,51	0,57	0,69
2	83	00	50	17	50	50	67
3	0,25	0,34	0,33	0,56	0,49	0,63	0,66
4	93	00	17	27	67	33	33
5	0,35	0,50	0,26	0,50	0,51	0,57	0,71
6	00	13	33	00	67	33	33
7	0,37	0,30	0,19	0,43	0,50	0,54	0,78
1	50	83	17	67	00	67	33
2	0,18	0,37	0,19	0,41	0,52	0,52	0,65
3	00	17	67	00	00	33	67
4	0,19	0,34	0,30	0,40	0,59	0,64	0,70
5	00	07	60	67	83	33	00
6	0,27	0,33	0,31	0,56	0,67	0,53	0,78
7	00	73	53	00	00	00	00

Selanjutnya, untuk mencari solusi hasil penetapan biaya, waktu dan kualitas, maka dapat dilakukan dengan menggunakan metode Hungarian, setelah langkah-langkah diselesaikan sampai iterasi ke-7 maka diperoleh solusi optimal pada tabel sebagai berikut:

Tabel 13. Solusi Optimal Hasil Pembobotan Data Biaya Operasi, Waktu Operasi dan Kualitas

Pengerajin	Produk Rotan						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,0	0,0	0,3	0	0	0,0	0
2	367	466	525	0	0	089	0
3	0,0	0	0,2	0,1	0,0	0,1	0
4	311	0	826	144	151	006	0
5	0,0	0,1	0	0,0	0	0,0	0,0
6	867	262	0	166	0	055	149
7	0,1	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,1
1	833	048	0	249	549	505	565
2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0	799	167	099	866	388	416
4	0,0	0,0	0,1	0	0,1	0,1	0,0
5	034	423	194	0	583	522	783
6	0,0	0	0,0	0,1	0,1	0	0,1
7	445	0	898	144	911	0	194

Hasil Tabel 13 satu pengerajin mengerjakan satu produk rotan adalah sebagai berikut:

$$x_{1G}^* = x_{2B}^* = x_{3E}^* = x_{4C}^* = x_{5A}^* = x_{6D}^* = x_{7F}^* = 1$$

Dengan menyesuaikan Tabel 1 maka diperoleh:

Total biaya operasi:

$$C = 10000 + 400 + 5000 + 1250 + 500$$

$$+800 + 7000 = 24.950 \text{ (Ribuan Rupiah)}$$

Total waktu Operasi :

$$T = 21 + 12 + 20 + 5 + 6 + 16 + 16$$

$$= 96 \text{ Hari}$$

Dengan kualitas hasil penyelesaian pada produk rotan A adalah sangat bagus, B adalah bagus, C adalah sangat bagus, D adalah bagus, E adalah

sangat bagus, F adalah sangat bagus dan G adalah sangat bagus.

Berdasarkan hasil keseluruhan yang diperoleh pada penugasan *multi-objective* metode Hungarian dari contoh kasus, yang mana pada kualitas diubah dalam bentuk angka, akan disajikan sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Proses Optimasi Toko Rotan Sederhana Jaya

N0	Objective	Solusi Optimal	Total Biaya (Ribuan Rupiah)	Total Waktu (Hari)	Total Kualitas
1	Hanya Mempertimbangkan Biaya Operasi	$x_{1F}^* = x_{2D}^*$ $= x_{3B}^* = x_{4A}^*$ $= x_{5C}^* = x_{6G}^*$ $= x_{7E}^* = 1$	4.120	102	25
2	Hanya Mempertimbangkan Waktu Operasi	$x_{1E}^* = x_{2D}^*$ $= x_{3B}^* = x_{4A}^*$ $= x_{5G}^* = x_{6C}^*$ $= x_{7F}^* = 1$	11.900	85	23
3	Hanya Mempertimbangkan Kualitas	$x_{1G}^* = x_{2B}^*$ $= x_{3E}^* = x_{4D}^*$ $= x_{5C}^* = x_{6A}^*$ $= x_{7F}^* = 1$	26.400	102	8
		$x_{1G}^* = x_{2B}^*$ $= x_{3D}^* = x_{4E}^*$ $= x_{5C}^* = x_{6A}^*$ $= x_{7F}^* = 1$	27.400	103	8
		$x_{1G}^* = x_{2E}^*$ $= x_{3D}^* = x_{4B}^*$ $= x_{5C}^* = x_{6A}^*$ $= x_{7F}^* = 1$	24.750	107	8
4	Mempertimbangkan Biaya dan Waktu Operasi	$x_{1F}^* = x_{2E}^*$ $= x_{3B}^* = x_{4A}^*$ $= x_{5G}^* = x_{6C}^*$ $= x_{7D}^* = 1$	6.420	88	25
5	Mempertimbangkan Biaya Operasi dan Kualitas	$x_{1G}^* = x_{2E}^*$ $= x_{3D}^* = x_{4B}^*$ $= x_{5C}^* = x_{6A}^*$ $= x_{7F}^* = 1$	24.750	107	8
6	Mempertimbangkan Waktu Operasi dan Kualitas	$x_{1G}^* = x_{2B}^*$ $= x_{3E}^* = x_{4D}^*$ $= x_{5C}^* = x_{6A}^*$ $= x_{7F}^* = 1$	26.400	102	8
7	Mempertimbangkan Biaya Operasi, Waktu Operasi dan Kualitas	$x_{1G}^* = x_{2B}^*$ $= x_{3E}^* = x_{4C}^*$ $= x_{5A}^* = x_{6D}^*$ $= x_{7F}^* = 1$	24.950	96	9

Berdasarkan Tabel 14 dapat dilihat bahwa hasil optimasi hanya mempertimbangkan biaya, maka dapat dipastikan akan menghasilkan nilai yang optimal hanya pada biaya tersebut, akan tetapi belum tentu menghasilkan nilai yang optimal pada waktu dan kualitas, begitupun seterusnya. Sehingga dari penugasan *one-objective*, *two-objective* dan *three-objective* dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik adalah hasil optimasi yang mempertimbangkan semua sumber daya, yaitu penugasan *three-objective* mempertimbangkan biaya, waktu dan kualitas, sudah dipastikan menghasilkan hasil yang optimal pada biaya, waktu dan kualitas tersebut. Jadi total biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi produk rotan adalah Rp.24.950.000, dengan total waktu 96 hari dan kualitas produk rotan A adalah sangat bagus, B adalah bagus dan C adalah sangat bagus, D adalah bagus, E adalah sangat bagus, F adalah sangat bagus dan G adalah sangat bagus.

4. Kesimpulan Dan Saran

4.1 Kesimpulan

- Perbandingan menggunakan penugasan *one-objective*, *two-objective* dan *three-objective* diperoleh hasil optimasi yang terbaik adalah proses optimasi yang melibatkan semua sumber daya, yaitu penugasan *three-objective* mempertimbangkan biaya, waktu dan kualitas.
- Berdasarkan contoh kasus diperoleh hasil optimasi terbaik pada Toko Rotan Sederhana Jaya, yang mana Bapak Zainuddin mengerjakan produk rotan kursi tamu, Bapak Tono mengerjakan produk rotan lampu hias,

Bapak Karyo mengerjakan produk rotan meja, Bapak Parto mengerjakan produk rotan tikar, Bapak Kandar mengerjakan produk rotan vas bunga, Bapak Samsul mengerjakan produk rotan rak, dan Bapak Khairul mengerjakan produk rotan lemari. Adapun total biaya yang dikeluarkan Toko Rotan Sederhana Jaya adalah Rp.24.950.000. Selanjutnya total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan produk pada Toko Rotan Sederhana Jaya adalah 96 hari. Sedangkan untuk kualitas produk pada Toko Rotan Sederhana Jaya yaitu rotan vas bunga adalah sangat bagus, lampu hias adalah bagus, tikar adalah sangat bagus, rak adalah bagus, meja adalah sangat bagus, lemari adalah sangat bagus dan kursi tamu adalah sangat bagus.

4.2 Saran

Penelitian ini hanya menggunakan penugasan *multi-objective* metode Hungarian. Oleh karena itu kepada para pembaca yang ingin melanjutkan penelitian ini agar dapat membandingkan dengan metode lainnya dalam kasus *multi-objective*.

Daftar Pustaka

- [1] D. Reyniers and H. A. Taha, "Operations Research: An Introduction (4th Edition)," *The Journal of the Operational Research Society*, vol. 40, no. 11. p. 1054, 1989.
- [2] S. Basriati, E. Safitri, and A. Darman, "Penerapan Model Penugasan untuk mengoptimalkan Waktu menggunakan Metode Hungarian," *Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun. dan Ind.*, no. November, pp. 339–345, 2021.
- [3] S. Basriati and E. Safitri, "Optimasi Penugasan Karyawan Menggunakan Metode Hungarian dan Metode Alternate Mansi Pada Usaha Bunga

Wisuda Pekanbaru,” *J. Sains Mat. dan Stat.*, vol. 7, no. 1, p. 38, 2021.

- [4] H. S. H. Risyani A. Rahayu, Khusnul Novianingsih, Penyelesaian Masalah Penugasan Multi Objektif dengan Metode *Weighted-Sum* dan Metode *E-Constraint*. *EurekaMatika*, 6(1), 62-71, 2018.
- [5] M. Maharani, A. I. Jaya, and A. Sahari, “Optimasi Biaya dan Waktu pada Usaha Kerajinan Kayu Hitam di Sumber Urip Ebony dengan menggunakan Metode Hungarian,” vol. 16, no. 2, 2019.
- [6] Raharjo, D. Proses optimalisasi dan idealisasi masalah penugasan *multi-objective* menggunakan metode hungarian pada contoh kasus usaha gitar di ngrombo bakti sukoharjo. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. 2010.
- [7] M. Khairurradziqin, A. T. Ruslan, D. Mardiyah, F. Handika and M. U. Romdhini, “Penerapan Metode Hungarian Dalam Penugasan Dosen Pengampu Mata Kuliah Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mataram,” vol. 3, no. 2, 2020.
- [8] Syaifudin. Riset Operasi (Aplikasi Quantitatif Analysis For Management). Malang: Citra Malang. 2011.
- [9] I. G. So, H. Sarjono, and R. T. Herman, “Penerapan Metode Hungarian pada Perusahaan Jasa (Kasus Minimum),” *Binus Bus. Rev.*, vol. 4, no. 2, pp. 812–820, 2013.
- [10] D. Tamimi, I. Purnamasari, and Wasono, “Proses Optimasi Masalah Penugasan One-Objective dan Two-Objective Menggunakan Metode Hungarian (Studi Kasus: Usaha Kerajinan Rotan Toko Rotan Sejati Samarinda pada Bulan November sampai dengan Desember 2016),” *Jurnal Eksponesial*, vol. 8, no. 1, p. 1, 2017.
- [11] P. Biswas and S. Pramanik, Multi-objective Assignment Problem with Fuzzy Costs for the Case of Military Affairs. *International Journal of Computer Applications*, 30(10),7-12, 2011.