

**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)**

*One-Objective and Two-Objective Assignment Problem with Hungarian Method
(Case : The Craft Rattan of Rotan Sejati Store Samarinda in November until December 2016)*

Diang Dewi Tamimi¹, Ika Purnamasari², dan Wasono³

¹Laboratorium Statistika Terapan FMIPA Universitas Mulawarman

^{2,3}Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

¹E-mail: diangdewi17@gmail.com

Abstract

Assignment problem is a situation where m workers are assigned to complete n tasks/jobs to minimize costs and time or maximize profits and quality by setting the proper task to each worker. Many researches have been focused to solve assignment problem, but most of them only consider one-objective such as minimizing the cost of operation. Two-objective assignment problem is the assignment problem that has two objectives optimization of some of the resources owned by each worker to complete every task/job which are cost and time for this case. Case in this research use primary data drawn from the interviews of Rattan furniture craftman in Rotan Sejati store, Samarinda. This research will optimize the one-objective and two-objective assignment problem by using Hungarian Method. The analysis result revealed that the optimization process of one-objective assignment problem only considering operation cost is Rp. 2.950.000,- with total time is 63 days. The optimization process of one-objective assignment problem only considering operation time is Rp. 3.290.000,- with total time is 52 days. The optimization process of one-objective assignment problem only considering quality is Rp. 3.550.000,- with total time is 59 days. The optimization process of two-objective assignment problem only considering operation cost and operation time is Rp. 3.170.000,- with total time is 52 days. The optimization process of two-objective assignment problem only considering operation cost and quality is Rp. 3.380.000,- with total time is 61 days. The optimization process of two-objective assignment problem only considering operation time and quality is Rp. 3.350.000,- with total time is 59 days.

Keywords: Assignment problem, Hungarian method, One-Objective, Two-Objective.

Pendahuluan

Menurut Supranto (2005), riset operasi (*operation research*) adalah penerapan metode ilmiah untuk memecahkan masalah yang timbul dalam pelaksanaan kegiatan sehingga penggunaan sumber daya dapat optimal dan efisien. Riset operasi merupakan satu cabang ilmu yang sudah berkembang sejak masa Perang Dunia II. Pada masa itu metode ini hanya dipakai dalam kegiatan militer, namun selanjutnya metode tersebut dipakai dalam bidang lain terutama bidang industri, bisnis dan administrasi pemerintahan.

Pada dunia usaha dan industri, manajemen sering menghadapi masalah-masalah yang berhubungan dengan penugasan optimal. Penugasan optimal terdiri dari bermacam-macam sumber daya yang mempunyai tingkat efisiensi yang berbeda-beda untuk tugas yang berbeda pula. Misalnya, ketersediaan bahan yang ada, jumlah produk yang dihasilkan, lama proses produksi, jumlah produk yang cacat, kualitas produk, laju pengiriman produk, batasan penyimpanan, ramalan penjualan serta kapasitas

sarana distribusi memerlukan keputusan dan solusi yang terbaik (optimum).

Linear programming merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Masalah tersebut timbul apabila seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan tingkat setiap kegiatan produksi yang akan dilakukan, di mana masing-masing kegiatan membutuhkan sumber sama sedangkan jumlahnya terbatas, masalah penugasan (*assignment problem*) merupakan salah satu kasus khusus dari masalah *linear programming* pada umumnya (Subagyo, 2013).

Menurut Prawirasentono (2005), masalah penugasan dapat dipecahkan dengan beberapa metode diantaranya adalah metode Hungarian, metode Simpleks dan metode Pinalti. Metode Hungarian merupakan metode yang memodifikasi baris dan kolom dalam matriks hingga muncul sebuah komponen nol tunggal dalam setiap baris atau kolom yang dapat dipilih sebagai alokasi penugasan. Semua alokasi penugasan yang dibuat

adalah alokasi yang optimal dan saat diterapkan pada matriks awal maka akan memberikan hasil penugasan yang paling minimum atau maksimum.

Pada zaman sekarang banyak usaha yang memproduksi barang dan jasa, di mana produk yang dihasilkan harus mampu menyaingi produk lain karena banyak pengusaha yang semakin meningkatkan kualitas produknya. Sehingga perusahaan harus pandai mengelola aspek produksi dan penempatan tenaga kerja. Perusahaan industri kecil dengan segala kelebihan dan kekurangannya memiliki peranan penting dalam kehidupan ekonomi bangsa Indonesia. Salah satu cara untuk dapat bertahan adalah perlunya penerapan sistem manajemen yang baik. Sistem manajemen yang dimaksud di sini adalah pengaturan penugasan tenaga kerja dan pekerjaan (Prawirasentono, 2005).

Menurut Purbawati (2011), pengaturan penugasan tenaga kerja dan pekerjaan yang berjalan dengan lancar dan teratur inilah merupakan salah satu hal yang diharapkan oleh setiap perusahaan. Untuk menjaga agar pengaturan penugasan dapat berjalan dengan baik maka diperlukan suatu metode khusus yang dapat mengatasi masalah tersebut. Di dalam proses pengaturan penugasan pekerjaan, yang harus dipikirkan dan dipilih adalah metode atau cara pengaturan yang tepat dengan proses pekerjaan, karena pengaturan pekerjaan merupakan proses penyusunan hubungan antara komponen-komponen dalam perusahaan dengan semua kegiatan dapat diarahkan pada pencapaian tujuan.

Penyelesaian masalah penugasan dengan menggunakan metode Hungarian pernah dilakukan sebelumnya oleh Dani (2015), yang membahas optimasi tugas karyawan Bengkel Reza Jaya Motor Samarinda dengan menggunakan metode Hungarian. Choiriah (2015), proses optimasi penempatan tugas karyawan krupuk amplang Devi menggunakan metode Hungarian. Pada penelitian sebelumnya ditemukan bahwa Metode Hungarian mendapatkan hasil yang lebih optimal daripada model penugasan yang selama ini digunakan.

Masalah penugasan *multi-objective* yaitu masalah penugasan yang mempunyai beberapa tujuan pengoptimalan terhadap beberapa jenis sumber daya yang dimiliki. Tugas-tugas yang akan dilakukan oleh pekerja antara lain meminimalkan total biaya produksi, meminimalkan waktu produksi dan meningkatkan kualitas secara bersamaan, sehingga tujuannya adalah menetapkan setiap tugas kepada setiap pekerja sedemikian rupa sehingga total dari tiap-tiap sumber daya yang digunakan secara bersamaan untuk menyelesaikan tugas tersebut dapat dioptimalkan (Bao dkk, 2007).

Pada penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan, proses optimalisasi hanya mempertimbangkan satu tujuan saja yaitu

meminimalkan biaya total produksi saja. Meminimalkan biaya pada masalah penugasan hanya terfokus pada bagaimana pekerja harus menyelesaikan tugas dengan biaya total produksi minimum. Padahal selain meminimalkan biaya total produksi perusahaan juga harus memperhatikan tujuan untuk meminimalkan waktu dan meningkatkan kualitas, tidak hanya terpaku pada biaya total produksi yang rendah saja. Jadi, penelitian ini bertujuan untuk menemukan solusi optimal dari kasus masalah penugasan *one-objective*, dan *two-objective* menggunakan metode Hungarian dengan bantuan *software* LINGO.

Penelitian ini akan mengambil objek yang berkaitan dengan usaha mikro yang biasa disebut dengan usaha rumahan karena lebih sering dijumpai dalam masyarakat. Selain itu alasan untuk memilih usaha mikro karena para pengusaha kelas menengah masih kurang pengetahuannya tentang cara penempatan tenaga kerja dan manajemen waktu yang tepat bagi usaha yang dikelolanya. Pada penelitian ini akan dicoba menerapkan metode Hungarian untuk mencari solusi optimal dari kasus masalah penugasan *one-objective* dan *two-objective* pada usaha kerajinan rotan di pusat kerajinan Rotan Sejati.

Model Linear Programming

Model *linear programming* adalah model matematis perumusan masalah pengalokasian sumber daya untuk berbagai kegiatan. Model *linear programming* ini merupakan bentuk dan susunan dalam menyajikan masalah-masalah yang akan dipecahkan dengan teknik *linear programming*. Dalam model *linear programming* dikenal dua macam fungsi, yaitu fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi-fungsi batasan (*constraint functions*). Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan/sasaran di dalam permasalahan *linear programming* yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Pada umumnya nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai Z (Subagyo, 2013).

Menurut Supranto (2005), agar memudahkan pembahasan model *linear programming* ini, digunakan simbol-simbol sebagai berikut :

i = banyak pekerja $i = 1, 2, 3, \dots, m$

j = banyak jenis produk $j = 1, 2, 3, \dots, n$

h_i = pekerja i yang tersedia, $i = 1, 2, 3, \dots, m$

a_i = pekerja i yang mengerjakan/memproduksi 1 unit produk j .

x_j = tingkat kegiatan

c_i = biaya operasi

Maka persoalan *linear programming* menjadi :

Fungsi tujuan

$$\min Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_{1j} x_j + \dots + c_{1n} x_n \quad (1)$$

Fungsi batasan

$$\begin{aligned} a_1 x_1 + a_1 x_2 + \dots + a_{1j}x_j + a_{1n}x_n &\leq h_1 \\ a_2 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_{2j}x_j + a_{2n}x_n &\leq h_2 \\ &\vdots \\ a_i x_1 + a_i x_2 + \dots + a_i x_j + a_i x_n &\leq h_i \\ &\vdots \\ a_m x_1 + a_m x_2 + \dots + a_m x_j + a_m x_n &\leq h_m \\ x_j &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Masalah Penugasan Sederhana (One-Objective)

Menurut Subagyo (2013), masalah penugasan (*assignment problem*) merupakan suatu kasus khusus dari masalah *linear programming* pada umumnya. Dalam dunia bisnis dan industri, manajemen sering menghadapi masalah-masalah yang berhubungan dengan penugasan optimal dari bermacam-macam sumber yang produktif yang mempunyai tingkat efisiensi yang berbeda-beda untuk tugas yang berbeda pula.

Menurut Taha (1996), masalah penugasan adalah situasi dimana pekerja ($i = 1, 2, \dots, m$) ketika ditugaskan ($j = 1, 2, \dots, n$) memerlukan biaya operasi c_i . Tujuannya adalah menugaskan pekerja-pekerja tersebut ke tugas-tugas (satu pekerja per tugas) dengan biaya total terendah. Menurut Supranto (2005), jika tujuan yang akan dicapai adalah total biaya terendah maka komponen-komponennya adalah biaya operasi yang terdiri dari pembelian bahan, inventori bahan mentah, dan biaya pengiriman bahan. Model penugasan dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$\text{minimumkan } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i x_i$$

$$x_i = \begin{cases} 0, & \text{jika pekerja } i \text{ tidak ditugaskan ke tugas } j \\ 1, & \text{jika pekerja } i \text{ ditugaskan ke tugas } j \end{cases}$$

dengan batasan

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{mj} &= 1, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} &= 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \tag{2}$$

Masalah Penugasan Two-Objective

Jika proses penyelesaian masalah penugasan mempertimbangkan dua sumber daya yaitu biaya operasi dan waktu operasi, maka tujuannya adalah bagaimana meminimumkan total biaya dan total waktu operasi secara bersamaan. Diketahui bahwa satuan untuk mengukur biaya dan waktu operasi adalah berbeda, sehingga tidak bisa untuk menempatkan biaya operasi langsung ke dalam fungsi objektif yang diukur oleh biaya operasi saja, maupun sebaliknya.

Langkah pertama untuk memecahkan masalah semacam ini adalah dengan menstandarisasikan semua data menggunakan metode Yager Ranking, yaitu proses penyetaraan semua data dengan cara membagi data biaya, waktu dan kualitas operasi dengan data maksimum biaya, waktu dan kualitas masing-masing (Biswas dkk, 2011).

Langkah selanjutnya untuk menyelesaikan kedua tujuan secara bersamaan, yaitu meminimumkan baik biaya operasi maupun waktu operasi. Karena proses penyelesaian mempertimbangkan dua jenis sumber daya, maka secara matematis bobot dari masing-masing tujuan harus ditetapkan terlebih dahulu, agar dapat mengetahui sumber daya mana yang lebih penting daripada sumber daya yang lain atau tingkat kepentingan dari masing-masing tujuan tersebut.

Diasumsikan bahwa bobot dari dua tujuan tersebut mempunyai tingkat kepentingan yang sama, $\alpha = |\alpha_1 = \alpha_2| = \dots = \alpha_d$ dengan $\alpha = \frac{1}{d}$ dimana d adalah banyaknya tujuan. Kemudian fungsi tujuan dapat ditulis menjadi :

$$\begin{aligned} \min C, T = \alpha_1 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i x_i \\ + \alpha_2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_i x_i \end{aligned} \tag{3}$$

Metode Hungarian

Untuk dapat menerapkan metode Hungarian, jumlah sumber-sumber yang ditugaskan harus sama persis dengan jumlah tugas yang akan diselesaikan. Selain itu, setiap sumber harus ditugaskan hanya untuk satu tugas. Jadi, masalah penugasan akan mencakup sejumlah n sumber yang mempunyai m tugas. Masalah ini dapat dijelaskan dengan mudah oleh bentuk matriks segi empat, di mana baris-barisnya menunjukkan sumber-sumber dan kolom-kolomnya menunjukkan tugas-tugas (Subagyo, 2013). n

Syarat-syarat dalam metode Hungarian yaitu :

1. Jumlah petugas harus sama dengan jumlah tugas.
2. Masing-masing petugas ditugaskan satu tugas.
3. Apabila jumlah petugas tidak sama dengan jumlah tugas atau sebaliknya, maka ditambahkan variabel petugas dummy (*dummy worker*) atau tugas dummy (*dummy job*), yaitu variabel dengan semua nilai 0.
4. Terdapat dua permasalahan yang diselesaikan yaitu meminimumkan kerugian (biaya, waktu, jarak dan sebagainya) atau memaksimumkan keuntungan (Taha, 1996).

Hasil dan Pembahasan

Penyelesaian Hanya Mempertimbangkan Biaya Operasi (One-Objective)

Masalah penugasan dengan hanya mempertimbangkan biaya operasi, yaitu bagaimana menetapkan tugas sehingga diperoleh biaya operasi minimum, maka fungsi tujuan dalam (2.1) dapat ditulis kembali sebagai berikut :

$$\text{minimumkan } C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

dimana C adalah total biaya operasi dari pekerja, dengan c_{ij} menunjukkan biaya dari pekerja i untuk menyelesaikan tugas j . Karena hanya mempertimbangkan biaya operasi saja, maka hasil keputusan untuk waktu operasi dan kualitas harus mengikuti hasil keputusan dari penetapan biaya operasi.

Berdasarkan data pada Tabel 1 akan dicari solusi penetapan dengan hanya menggunakan biaya operasi, Tabel 2 menunjukkan solusi penyelesaian sebagai berikut :

Tabel 1 Matrik Biaya Operasi

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	840	400	550	700	720
2	600	380	540	800	760
3	900	350	500	750	800
4	750	500	560	730	820
5	800	480	550	720	740

Tabel 2 Hasil Penugasan *One-Objective* untuk Biaya Operasi

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	160	0	20	0	0
2	0	60	90	180	120
3	270	0	20	100	130
4	40	70	0	0	70
5	90	60	0	0	0

Solusi yang diperoleh adalah :

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = 1$$

Total biaya operasi :

$$C = 700+600+350+560+740 = 2.950 \text{ (ribuan rupiah)}$$

Total waktu operasi :

$$T = 14+15+11+11+12 = 63 \text{ hari}$$

dengan kualitas hasil penyelesaian pada jenis kursi rotan A adalah bagus, B adalah sangat kurang bagus, C adalah kurang bagus, D adalah kurang bagus, E adalah bagus.

Penyelesaian Hanya Mempertimbangkan Waktu Operasi (*One-Objective*)

Jika proses penyelesaian masalah penugasan ini hanya mempertimbangkan waktu operasi yaitu bagaimana menetapkan tugas agar total waktu

operasi dapat minimum. Maka fungsi tujuannya adalah sebagai berikut :

$$\text{minimumkan } T = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij}$$

Dimana T adalah total waktu operasi dari pekerja, dengan t_{ij} menunjukkan waktu yang diperlukan oleh pekerja i untuk menyelesaikan tugas j . Berdasarkan data waktu pada Tabel 3 akan dicari solusi penetapan yang optimal. Tabel 4 menunjukkan solusi penyelesaian sebagai berikut :

Tabel 3 Matrik Waktu Operasi

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	12	9	11	14	13
2	15	9	12	12	11
3	12	11	14	10	12
4	10	12	11	13	14
5	15	10	13	14	12

Tabel 4 Hasil Penugasan *One-Objective* untuk Waktu Operasi

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	2	0	0	5	2
2	5	0	1	3	0
3	1	1	2	0	0
4	0	3	0	4	3
5	4	0	1	4	0

Solusi yang diperoleh adalah :

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = 1$$

Total biaya operasi :

$$C = 550+380+750+750+740 = 3.170 \text{ (ribuan rupiah)}$$

Total waktu operasi :

$$T = 11+9+10+10+12 = 52 \text{ hari}$$

dengan kualitas hasil penyelesaian pada jenis kursi rotan A adalah Sangat bagus, B adalah cukup bagus, C adalah cukup bagus, D adalah cukup bagus dan E adalah bagus.

Penyelesaian Hanya Mempertimbangkan Kualitas (*One-Objective*)

Jika proses penyelesaian masalah penugasan ini hanya mempertimbangkan kualitas yaitu bagaimana menetapkan tugas agar diperoleh kualitas hasil yang maksimal dari masing-masing jenis kursi rotan. Untuk mengevaluasi kriteria kualitas, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengubah data kualitas ke kuantitas. Karena permintaan kualitas adalah terbaik, maka kualitas yang terbaik harus dinilai dengan angka yang terkecil (seperti *ranking*), agar proses tujuan sama seperti pada penggunaan biaya

dan waktu yaitu diminimalkan. Sebagai contoh menetapkan kriteria kualitas “sangat bagus” sebagai angka “1”, kualitas “bagus” sebagai angka “2”, kualitas “cukup bagus” sebagai angka “3”, kualitas “kurang bagus” sebagai angka “4”. Sehingga fungsi tujuan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{minimumkan } Q = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n q_{ij} x_{ij}$$

Dimana q_{ij} adalah kualitas yang dihasilkan oleh tempat usaha i terhadap jenis kursi rotan j . Karena hanya mempertimbangkan kualitas saja, maka hasil keputusan untuk biaya dan waktu harus mengikuti hasil keputusan dari penetapan kualitas. Berdasarkan data kualitas pada Tabel 5 akan dicari solusi penetapan yang optimal. Tabel 6 menunjukkan solusi penyelesaian sebagai berikut :

Tabel 3 Matriks Kualitas

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	1	1	1	2	3
2	4	3	2	1	2
3	1	4	2	3	1
4	3	2	4	2	1
5	2	2	3	1	2

Tabel 4 Hasil Penugasan One-Objective untuk Kualitas

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0	0	0	2	3
2	2	1	0	0	1
3	0	3	1	3	1
4	1	0	2	1	0
5	0	0	1	0	1

Solusi yang diperoleh adalah :

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = 1$$

Total biaya operasi :

$$C = 400+540+900+820+720= 3.380 \text{ (ribuan rupiah)}$$

Total waktu operasi :

$$T = 9+12+12+14+14= 61 \text{ hari}$$

dengan kualitas hasil penyelesaian pada jenis kursi rotan A adalah sangat bagus, B adalah bagus, C adalah sangat bagus dan D adalah sangat bagus dan E adalah sangat bagus.

Penyelesaian Mempertimbangkan Biaya Operasi dan Waktu Operasi (Two-Objective)

Jika proses penyelesaian masalah penugasan ini mempertimbangkan dua sumber data yaitu biaya operasi dan waktu operasi, maka tujuannya adalah bagaimana meminimumkan total biaya dan total waktu operasi secara bersamaan. Diketahui bahwa satuan untuk mengukur biaya dan waktu operasi adalah berbeda, sehingga tidak bisa untuk menempatkan biaya operasi langsung ke dalam fungsi objektif yang diukur oleh waktu operasi saja, maupun sebaliknya.

Langkah pertama untuk memecahkan masalah semacam ini adalah dengan menstandarisasikan semua data, yaitu proses penyetaraan semua data dengan cara membagi data biaya operasi, waktu operasi dan kualitas dalam Tabel 1, Tabel 3, dan Tabel 5 data maksimum biaya operasi, waktu operasi dan kualitas masing-masing yaitu untuk maksimum biaya adalah 900, maksimum untuk waktu adalah 15 dan maksimum untuk kualitas adalah 4, sehingga masing-masing data dibagi dengan nilai maksimumnya. Hasil standarisasi data biaya, waktu dan kualitas dari Tabel 1, Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat pada Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 5. Hasil Standarisasi Data Biaya Operasi

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0,933	0,444	0,611	0,777	0,800
2	0,666	0,422	0,600	0,888	0,844
3	1	0,388	0,555	0,833	0,888
4	0,833	0,555	0,622	0,811	0,911
5	0,888	0,533	0,611	0,800	0,822

Tabel 6. Hasil Standarisasi Data Waktu Operasi

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0,800	0,600	0,733	0,933	0,866
2	1	0,600	0,800	0,800	0,733
3	0,800	0,733	0,933	0,666	0,800
4	0,666	0,800	0,733	0,866	0,933
5	1	0,666	0,866	0,933	0,800

Tabel 7. Hasil Standarisasi Data Kualitas

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0,250	0,250	0,250	0,500	0,750
2	1	0,750	0,500	0,250	0,500
3	0,250	1	0,500	0,750	0,250
4	0,750	0,500	1	0,500	0,250
5	0,500	0,500	0,750	0,250	0,500

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 sebelumnya. Oleh karena itu, meskipun nilai yang dihasilkan dari tabel penugasan mengalami perubahan, akan tetapi hasil keputusan penetapan dari masalah penugasan tersebut tetap sama, karena mempunyai perbandingan nilai yang sama.

Langkah selanjutnya untuk menyelesaikan kedua tujuan secara bersamaan, yaitu meminimumkan baik biaya operasi maupun waktu operasi. Karena proses penyelesaian mempertimbangkan dua jenis sumber daya, maka secara matematis bobot dari masing-masing tujuan harus ditetapkan terlebih dahulu, agar dapat mengetahui sumber daya mana yang lebih penting daripada sumber daya yang lain atau tingkat kepentingan dari masing-masing tujuan tersebut.

Diasumsikan bahwa bobot dari dua tujuan tersebut mempunyai tingkat kepentingan yang sama, $\alpha = |\alpha_1 = \alpha_2| = \dots = \alpha_d$ dengan $\alpha = \frac{1}{d}$, dimana d adalah banyaknya tujuan. Kemudian fungsi tujuan dapat ditulis menjadi :

$$\min C, T = \alpha_1 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i x_i + \alpha_2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_i x_i$$

c_i dan t_i masing-masing mewakili standarisasi biaya operasi dan waktu operasi.

Menggunakan standarisasi data biaya operasi dan waktu operasi pada Tabel 5 dan Tabel 6 kemudian memberikan bobot $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{1}{2}$, sehingga didapat hasil pada Tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 8 Hasil Data Pembobotan untuk biaya dan waktu operasi

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0,866	0,522	0,672	0,855	0,833
2	0,833	0,511	0,700	0,844	0,788
3	0,900	0,561	0,744	0,750	0,844
4	0,750	0,677	0,677	0,838	0,922
5	0,944	0,600	0,738	0,866	0,811

Tabel 9 menunjukkan hasil solusi dari permasalahan sebagai berikut :

Tabel 9 Hasil Penugasan *Two-Objective* untuk Biaya Operasi dan Waktu Operasi

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0,122	0	0	0,038	0,072
2	0,100	0	0,038	0,038	0,038
3	0,222	0,105	0,138	0	0,150
4	0	0,116	0	0,016	0,155
5	0,150	0,027	0,016	0	0

Solusi yang diperoleh adalah :

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = 1$$

Total biaya operasi :

$$C = 550+380+750+750+740= 3.170 \text{ (puluh ribuan rupiah)}$$

Total waktu operasi :

$$T = 11+9+10+10+12= 52 \text{ hari}$$

dengan kualitas hasil penyelesaian pada jenis kursi rotan A adalah sangat bagus, B adalah cukup bagus, C adalah cukup bagus, D adalah cukup bagus, E adalah bagus.

Penyelesaian Mempertimbangkan Biaya Operasi dan Kualitas (*Two-Objective*)

Diasumsikan bahwa bobot dari dua tujuan tersebut mempunyai tingkat kepentingan yang sama, $\alpha = |\alpha_1 = \alpha_2| = \dots = \alpha_d$ dengan $\alpha = \frac{1}{d}$, dimana d adalah banyaknya tujuan. Kemudian fungsi tujuan dapat ditulis menjadi :

$$\min C, Q = \alpha_1 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i x_i + \alpha_2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n q_i x_i$$

Menggunakan standarisasi data biaya operasi dan kualitas pada Tabel 7 dan Tabel 9 kemudian memberikan bobot $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{1}{2}$, sehingga didapat hasil pada Tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10 Hasil Data Pembobotan untuk biaya operasi dan kualitas

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0,591	0,347	0,430	0,638	0,775
2	0,833	0,586	0,550	0,569	0,672
3	0,625	0,694	0,527	0,791	0,569
4	0,791	0,527	0,811	0,655	0,580
5	0,694	0,516	0,680	0,525	0,661

Tabel 11 menunjukkan hasil solusi dari permasalahan sebagai berikut :

Tabel 11 Hasil Penugasan *Two-Objective* untuk Biaya Operasi dan Kualitas

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0,136	0	0,083	0,272	0,375
2	0,175	0,036	0	0	0,069
3	0	0,177	0,011	0,255	0
4	0,155	0	0,283	0,108	0
5	0,080	0,011	0,175	0	0,102

Solusi yang diperoleh adalah :

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = 1$$

Total biaya operasi :

$C = 400+540+900+820+720 = 3.380$ (ribuan rupiah)

Total waktu operasi :

$$T = 9+12+12+14+14 = 61 \text{ hari}$$

dengan kualitas hasil penyelesaian pada jenis kursi rotan A adalah sangat bagus, B adalah bagus, C adalah sangat bagus, D adalah sangat bagus, E adalah sangat bagus.

Penyelesaian Mempertimbangkan Waktu Operasi dan Kualitas (Two-Objective)

Diasumsikan bahwa bobot dari dua tujuan tersebut mempunyai tingkat kepentingan yang sama, $\alpha = |\alpha_1 = \alpha_2| = \dots = \alpha_d$ dengan $\alpha = \frac{1}{d}$, dimana d adalah banyaknya tujuan. Kemudian fungsi tujuan dapat ditulis menjadi :

$$\min T, Q = \alpha_1 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_i x_{ij} + \alpha_2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n q_i x_{ij}$$

t_i dan q_i masing-masing mewakili standarisasi waktu operasi dan kualitas.

Menggunakan standarisasi data waktu operasi dan kualitas pada Tabel 8 dan Tabel 9 kemudian memberikan bobot $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{1}{2}$, sehingga didapat hasil pada Tabel 12 sebagai berikut:

Tabel 12 Hasil Data Pembobotan untuk waktu operasi dan kualitas

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0,525	0,425	0,491	0,716	0,808
2	1	0,675	0,650	0,525	0,616
3	0,525	0,866	0,716	0,708	0,525
4	0,708	0,650	0,866	0,683	0,591
5	0,750	0,583	0,808	0,591	0,650

Tabel 13 menunjukkan hasil solusi dari permasalahan sebagai berikut :

Tabel 13 Hasil Penugasan Two-Objective untuk Waktu Operasi dan Kualitas

Pekerja	Produk Rotan				
	A	B	C	D	E
1	0,100	0	0	0,291	0,383
2	0,475	0,150	0,058	0	0,091
3	0	0,341	0,125	0,183	0
4	0,116	0,058	0,208	0,091	0
5	0,166	0	0,158	0,008	0,066

Solusi yang diperoleh adalah :

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = 1$$

Total biaya operasi :

$C = 550+800+900+820+480 = 3.550$ (ribuan rupiah)

Total waktu operasi :

$$T = 11+12+12+14+10 = 59 \text{ hari}$$

dengan kualitas hasil penyelesaian pada jenis kursi rotan A adalah sangat bagus, B adalah sangat bagus, C adalah sangat bagus, D adalah sangat bagus, E adalah bagus.

Kemudian, pembacaan tabel alokasi optimal dari penugasan *one-objective*, *two-objective* dan *multi-objective* dengan menugaskan pekerja ke pekerjaan yang memiliki nilai 0 pada tabel optimal. Ditunjukkan sebagai berikut :

Tabel 14 Alokasi Optimal Penugasan One-Objective hanya mempertimbangkan Biaya Operasi

Pekerja	Kemungkinan Pekerjaan	Pekerjaan	Biaya	Waktu	Kualitas
1	B, D	D	Rp. 700.000,-	14	B
2	A	A	Rp. 600.000,-	15	SB
3	B	B	Rp. 350.000,-	11	KB
4	C, D	C	Rp. 560.000,-	11	KB
5	C, D, E	E	Rp. 740.000,-	12	B

Tabel 15 Alokasi Optimal Penugasan One-Objective hanya mempertimbangkan Waktu Operasi

Pekerja	Kemungkinan Pekerjaan	Pekerjaan	Biaya	Waktu	Kualitas
1	B, C	C	Rp. 550.000,-	11	SB
2	B, E	B	Rp. 380.000,-	9	CB
3	D, E	D	Rp. 750.000,-	10	CB
4	A, C	A	Rp. 750.000,-	10	CB
5	B, E	E	Rp. 740.000,-	12	B

Tabel 16 Alokasi Optimal Penugasan One-Objective hanya mempertimbangkan Kualitas

Pekerja	Kemungkinan Pekerjaan	Pekerjaan	Biaya	Waktu	Kualitas
1	A, B, C	C	Rp. 550.000,-	11	SB
2	C, D	D	Rp. 800.000,-	12	SB
3	A,	A	Rp. 900.000,-	12	SB
4	B, E	E	Rp. 820.000,-	14	SB
5	A, B, D	B	Rp. 480.000,-	10	B

Tabel 17 Alokasi Optimal Penugasan Two-Objective hanya mempertimbangkan Biaya Operasi dan Waktu Operasi

Pekerja	Kemungkinan Pekerjaan	Pekerjaan	Biaya	Waktu	Kualitas
1	B, C	C	Rp. 550.000,-	11	SB
2	B	B	Rp. 380.000,-	9	CB
3	D	D	Rp. 750.000,-	10	CB
4	A, C	A	Rp. 750.000,-	10	CB
5	D, E	E	Rp. 740.000,-	12	B

Tabel 18 Alokasi Optimal Penugasan *Two-Objective* hanya mempertimbangkan Biaya Operasi dan Kualitas

Pekerja	Kemungkinan Pekerjaan	Pekerjaan	Biaya	Waktu	Kualitas
1	B	B	Rp.400.000,-	9	SB
2	C, D	C	Rp. 540.000,-	12	B
3	A, E	A	Rp. 900.000,-	12	SB
4	B, E	E	Rp. 820.000,-	14	SB
5	D	D	Rp. 720.000,-	14	SB

Tabel 19 Alokasi Optimal Penugasan *Two-Objective* hanya mempertimbangkan Waktu Operasi dan Kualitas

Pekerja	Kemungkinan Pekerjaan	Pekerjaan	Biaya	Waktu	Kualitas
1	B, C	C	Rp. 550.000,-	11	SB
2	D	D	Rp. 800.000,-	12	SB
3	A, E	A	Rp. 900.000,-	12	SB
4	E	E	Rp. 820.000,-	14	SB
5	B	B	Rp. 480.000,-	10	B

Keterangan :

A : membuat sofa sudut, B : membuat kursi teras, C : membuat sofa santai, D : membuat kursi makan dan E : membuat sofa mowlik.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis diperoleh hasil biaya total untuk optimasi masalah penugasan *one-objective* dengan hanya mempertimbangkan biaya operasi saja adalah sebesar Rp. 2.950.000,- dengan total waktu 63 hari dan kualitas produk rotan secara berurutan adalah Bagus untuk produk rotan sofa sudut, Sangat Bagus untuk produk rotan kursi teras, Kurang Bagus untuk produk rotan sofa santai, Kurang Bagus untuk produk rotan kursi makan dan Bagus untuk produk rotan sofa mowlik.

Biaya total untuk optimasi masalah penugasan *one-objective* dengan hanya mempertimbangkan waktu operasi saja adalah sebesar Rp. 3.290.000,- dengan total waktu 52 hari dan kualitas produk rotan secara berurutan adalah Sangat Bagus, Bagus, Cukup Bagus, Cukup Bagus, dan Bagus.

Biaya total untuk optimasi masalah penugasan *one-objective* dengan hanya mempertimbangkan kualitas saja adalah sebesar Rp. 3.550.000,- dengan total waktu 59 hari dan kualitas produk rotan secara berurutan adalah Sangat Bagus, Sangat Bagus, Sangat Bagus, Sangat Bagus, Sangat Bagus dan Bagus.

Biaya total untuk optimasi masalah penugasan *two-objective* dengan mempertimbangkan biaya operasi dan waktu operasi adalah sebesar Rp. 3.170.000,- dengan total waktu 52 hari dan kualitas produk rotan secara berurutan adalah Sangat Bagus, Cukup Bagus, Cukup Bagus, Cukup Bagus, Bagus, Bagus.

Biaya total untuk optimasi masalah penugasan *two-objective* dengan hanya mempertimbangkan biaya operasi dan kualitas adalah sebesar Rp. 3.380.000,- dengan total waktu 61 hari dan kualitas produk rotan secara berurutan adalah Sangat Bagus, Bagus, Sangat Bagus, Sangat Bagus, dan Sangat Bagus.

Biaya total untuk optimasi masalah penugasan *two-objective* dengan hanya mempertimbangkan waktu operasi dan kualitas adalah sebesar Rp. 3.350.000,- dengan total waktu 59 hari dan kualitas produk rotan secara berurutan adalah Sangat Bagus, Sangat Bagus, Sangat Bagus, Sangat Bagus dan Bagus.

Alokasi penempatan pekerja untuk setiap tugas agar nilainya optimal untuk optimasi masalah penugasan *one-objective* yang hanya mempertimbangkan biaya operasi saja yaitu dengan menugaskan pekerja 1 untuk membuat produk rotan kursi makan, pekerja 2 membuat produk rotan sofa sudut, pekerja 3 membuat produk rotan kursi teras, pekerja 4 membuat produk rotan sofa santai dan pekerja 5 membuat produk rotan sofa mowlik.

Alokasi untuk optimasi masalah penugasan *one-objective* yang hanya mempertimbangkan waktu operasi saja yaitu dengan menugaskan pekerja 1 untuk membuat produk rotan sofa santai, pekerja 2 membuat produk rotan sofa mowlik, pekerja 3 membuat produk rotan kursi makan, pekerja 4 membuat produk rotan sofa sudut dan pekerja 5 membuat produk rotan kursi teras.

Alokasi untuk optimasi masalah penugasan *one-objective* yang hanya mempertimbangkan kualitas saja yaitu dengan menugaskan pekerja 1 untuk membuat produk rotan sofa santai, pekerja 2 membuat produk rotan kursi makan, pekerja 3 membuat produk rotan sofa sudut, pekerja 4 membuat produk rotan sofa mowlik dan pekerja 5 membuat produk rotan kursi teras.

Alokasi untuk optimasi masalah penugasan *two-objective* yang mempertimbangkan biaya operasi dan waktu operasi yaitu dengan menugaskan pekerja 1 untuk membuat produk rotan sofa santai, pekerja 2 membuat produk rotan kursi teras, pekerja 3 membuat produk rotan kursi makan, pekerja 4 membuat produk rotan sofa sudut dan pekerja 5 membuat produk rotan kursi mowlik.

Alokasi untuk optimasi masalah penugasan *two-objective* yang mempertimbangkan biaya operasi dan kualitas yaitu dengan menugaskan pekerja 1 untuk membuat produk rotan kursi teras, pekerja 2 membuat produk rotan sofa santai, pekerja 3 membuat produk rotan sofa sudut, pekerja 4 membuat produk rotan sofa mowlik dan pekerja 5 membuat produk rotan kursi makan.

Alokasi untuk optimasi masalah penugasan *two-objective* yang mempertimbangkan waktu operasi dan kualitas yaitu dengan menugaskan

pekerja 1 untuk membuat produk rotan sofa santai, pekerja 2 membuat produk rotan kursi makan, pekerja 3 membuat produk rotan sofa sudut, pekerja 4 membuat produk rotan sofa mowlik dan pekerja 5 membuat produk rotan kursi teras.

Daftar Pustaka

- Bao, C. P., Tsai, M. C., dan Tsai, M. I. 2007. A New Approach to Study the Multy-Objective Asssignment Problem. *An Interdisciplinary Journal*. Vol. 53. Pp. 123-132.
- Biswas, P., dan Pramanik, S. 2011. Multi-objective Assignment Problem with Fuzzy Costs for The Case of Military Affairs. *International Journal of Computer Applications*. Vol 30.No. 10.
- Choiriah, S. 2015. *Proses Optimasi Penempatan Tugas Karyawan Kerupuk Amplang Devi Menggunakan Metode Hungarian*. Tugas Akhir. Sarjana Universitas Mulawarman Samarinda.
- Dani, S. 2015. *Optimasi Tugas Karyawan Bengkel Reza Jaya Motor Samarinda dengan Menggunakan Metode Hungarian*. Tugas Akhir. Sarjana Universitas Mulawarman Samarinda.
- Dimiyati, T., dan Dimiyati, A. 2010. *Operation Reasearch*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Kuhn, H. 1995. The Hungarian Method for the Assignment Problem. *A Collection of Personal Remain Science*, pp. 29-47.
- Subagyo, P. 2013. *Dasar-dasar Operasi Riset*. Yogyakarta: BPFE-YOGYAKARTA.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika Edisi Keenam*. Bandung: PT. Tarsito.
- Sugiyono. 2005. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: ALFABETA.
- Supranto, J. 2005. *Riset Operasi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Prawirosentono, S. 2005. *Riset Operasi dan Ekonofisika*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Purbawati. 2011. Optimalisasi Penugasan Tenaga Kerja dengan Metode Hungarian. *Media Sains*. Volume 2 Nomor 1.
- Taha, A.H. 1996. *Riset Operasi Jilid I*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Situs LINGO. 2016. *Pengertian LINGO*. www.lindo.com. Diakses pada tanggal 30 Oktober 2016.

