Analisa Perbandingan Metode Hungarian dan Pinalti Optimal dalam Pemecahan *Assignment Problem* di PT. PIS

Ni Komang Sukmawardani[1], Wahyu Aldi Achmad Syamaidzar[2], dan Hastawati Chrisna Suroso[3*]
Program Studi Teknik Industri Insitut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1], Magister Teknik Industri Insitut Teknologi Adhi Tama Surabaya[2,3]
e-mail: chrisna.suroso@itats.ac.id.

ABSTRACT

Allocation refers to a problem regarding the arrangement of individuals (objects) to carry out tasks (activities) to optimize a certain activity that will be carried out. This study aimed to optimize employee assignments in terms of the time of work accomplishment using the Hungarian and Optimal Penalty methods. Pos Indonesia Ltd., Tandes Branch Office, often overloads due to thousands of goods that must be sent at a certain time with the stable number of employees. To solve the problem of employee assignment at Pos Indonesia Ltd., Tandes Surabaya Branch the researcher employed the Hungarian method because it could minimize the time by 5 minutes from the initial time prior to the calculation or obtained a time efficiency of 4.138%.

Kata kunci: *Hungarian, Optimal Penalty, Assignment*

ABSTRAK

Masalah pengalokasian merupakan permasalahan yang berkaitan dengan pengaturan individu atau objek untuk melaksanakan tugas atau kegiatan tertentu agar pelaksanaan pekerjaan dapat berlangsung secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penugasan karyawan berdasarkan waktu penyelesaian pekerjaan dengan menggunakan metode Hungarian dan Pinalti Optimal. Permasalahan yang terjadi di PT. Pos Indonesia Cabang Tandes adalah kondisi *overload*, yaitu jumlah barang yang harus dikirim dapat mencapai ribuan pada waktu tertentu, sedangkan jumlah karyawan yang tersedia tetap. Berdasarkan hasil penelitian, metode Hungarian merupakan metode yang lebih sesuai untuk menyelesaikan permasalahan penugasan di PT. Pos Indonesia Cabang Tandes Surabaya karena mampu meminimalkan waktu penyelesaian sebesar 5 menit dibandingkan kondisi awal sebelum dilakukan perhitungan, dengan persentase efisiensi waktu sebesar 4,13%.

Kata kunci: Hungarian, Pinalti Optimal, Penugasan

PENDAHULUAN

PT. Pos Indonesia (Persero) merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang jasa pengiriman surat maupun barang. Perusahaan ini berkantor pusat di Kota Bandung dan memiliki 11 kantor regional yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia. Dalam perkembangannya, PT. Pos Indonesia telah menunjukkan kemampuan dalam mengembangkan layanan pengiriman barang melalui pemanfaatan infrastruktur jaringan yang dimiliki. Jaringan pelayanan tersebut telah mencapai sekitar 24 ribu titik layanan yang mencakup 100% kota/kabupaten, hampir 100% kecamatan, 42% kelurahan/desa, serta 940 lokasi transmigrasi terpencil di Indonesia.

Penelitian ini dilakukan di PT. Pos Indonesia Cabang Tandes karena pada cabang tersebut sering terjadi kondisi *overload*, yaitu ketika jumlah barang yang harus dikirim mencapai ribuan pada waktu tertentu, sedangkan jumlah karyawan yang tersedia tetap. Sebagai perusahaan BUMN, PT. Pos Indonesia memiliki tanggung jawab sebagai *agent of development* yang turut menjalankan fungsi sosial dalam memberikan pelayanan kepada masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan penerapan *assignment problem* sebagai salah satu pendekatan untuk mengatasi permasalahan penugasan yang terjadi.

Metode *Hungarian* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penugasan yang relatif sederhana dan mudah dipahami. Metode ini merepresentasikan permasalahan dalam bentuk matriks segi empat, dengan baris menggambarkan berbagai sumber atau pekerja, sedangkan kolom menunjukkan berbagai tugas yang harus diselesaikan. Sementara itu, metode Pinalti merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penugasan yang belum berada dalam kondisi seimbang. Penggunaan metode Pinalti dalam penelitian ini didasarkan pada sifatnya yang lebih praktis dalam menyelesaikan masalah penugasan tidak seimbang. Selain itu, matriks yang digunakan dalam metode Pinalti memiliki bentuk yang sama dengan matriks pada metode *Hungarian*,

sehingga hasil dari kedua metode tersebut dapat dibandingkan. Tahapan dalam metode Pinalti meliputi penentuan solusi awal dan solusi optimal [1].

Perbedaan waktu pengiriman menyebabkan perlunya penempatan kerja yang tepat dalam menentukan tugas masing-masing karyawan dalam proses pengiriman barang. Mengingat pentingnya sistem penugasan yang efektif, diperlukan evaluasi terhadap pembagian tugas karyawan di PT. Pos Indonesia Surabaya agar penggunaan waktu dan biaya operasional dapat dioptimalkan. Permasalahan penugasan tersebut diharapkan dapat diselesaikan melalui pendekatan optimasi menggunakan metode *Hungarian* dan Pinalti Optimal sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Optimalisasi

Optimalisasi merupakan suatu upaya untuk mencapai hasil yang diharapkan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Optimalisasi juga dapat dipahami sebagai proses pemenuhan seluruh kebutuhan yang diperlukan dalam suatu kegiatan. Dalam konteks usaha, optimalisasi menjadi tolok ukur keberhasilan dalam mencapai tujuan melalui pelaksanaan kegiatan yang diarahkan pada hasil terbaik. Dengan demikian, optimalisasi merupakan usaha untuk meningkatkan efektivitas suatu kegiatan agar dapat menghasilkan manfaat atau keuntungan sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan pengertian tersebut, optimalisasi dapat tercapai apabila suatu kegiatan dilaksanakan secara efektif dan efisien. Dalam pengelolaan organisasi, pencapaian tujuan juga perlu diarahkan pada hasil yang efektif dan efisien agar diperoleh kondisi yang optimal [2].

Masalah Penugasan (Assignment Problem)

Assignment problem atau masalah penugasan merupakan proses pengalokasian sumber daya yang tersedia ke dalam suatu tugas atau pekerjaan secara satu per satu. Permasalahan ini banyak ditemukan dalam kegiatan perusahaan, seperti menentukan pekerjaan yang harus dilakukan oleh setiap karyawan, menetapkan fungsi suatu mesin, menentukan pekerja untuk wilayah pemasaran tertentu, dan berbagai bentuk penugasan lainnya. Dengan demikian, masalah penugasan berkaitan dengan proses penetapan pekerjaan kepada mesin, karyawan, maupun proyek tertentu untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan [3].

Metode Hungarian

Metode Hungarian diperkenalkan oleh Harold Kuhn pada tahun 1955 dan kemudian disempurnakan oleh James Munkres pada tahun 1957. Oleh karena itu, metode ini juga dikenal sebagai metode Kuhn-Munkres. Algoritma Hungarian merupakan salah satu algoritma yang umum digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *assignment*. Penerapan algoritma ini dapat menghasilkan solusi yang optimal, terutama pada kasus yang bertujuan memperoleh nilai minimum atau *least cost search* [4].

Metode Pinalti

Metode pinalti merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penugasan yang belum berada dalam kondisi seimbang. Tahapan dalam metode ini meliputi penentuan solusi awal dan solusi optimal. Pemilihan pendekatan dalam metode pinalti disesuaikan dengan kondisi jumlah sumber dan tujuan. Apabila jumlah sumber lebih besar daripada jumlah tujuan, penyelesaian dilakukan menggunakan metode pinalti kolom. Sebaliknya, apabila jumlah sumber lebih kecil daripada jumlah tujuan, metode yang digunakan adalah metode pinalti baris [5][6][7].

Pengukuran Efisiensi

Pengukuran efisiensi memiliki peran penting karena dapat digunakan oleh manajer sebagai dasar untuk melakukan evaluasi terhadap kinerja perusahaan serta mengidentifikasi bentuk-bentuk inefisiensi yang perlu diperbaiki pada masa mendatang [8]. Selain itu, efisiensi juga sering digunakan sebagai salah satu indikator utama dalam menilai kinerja perusahaan [9]. Efisiensi merupakan indikator penting dalam mengevaluasi keseluruhan aktivitas perusahaan, terutama dalam menentukan kemampuan perusahaan untuk memaksimalkan *output* dan laba sekaligus meminimalkan biaya yang dikeluarkan.
Berikut persamaan yang digunakan dalam menghitung efisiensi waktu pengiriman:

$$Efisiensi\ waktu\ pengantaran = \frac{Total\ waktu\ awal - total\ waktu\ usulan}{Total\ waktu\ awal} \times 100\% \quad \text{..... (1)}$$

METODE

ISSN 2775-5630

Pada penelitian ini, proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, hingga penyelesaian masalah menggunakan metode yang telah ditentukan.

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data dari karyawan PT. Pos Indonesia Surabaya berupa data biaya operasional (Rp) dan waktu kerja (jam).
2. Menentukan biaya optimal dengan meminimalkan biaya operasional melalui tahapan berikut:
    a. Menyusun tabel penugasan, dengan jenis pekerjaan ditempatkan pada baris dan pekerja atau karyawan ditempatkan pada kolom.
    b. Pada setiap baris, nilai biaya terendah digunakan untuk mengurangi seluruh nilai biaya yang terdapat pada baris tersebut. Secara matematis, untuk setiap *i* dinyatakan sebagai:
    c. Pada setiap kolom, nilai biaya terendah digunakan untuk mengurangi seluruh nilai biaya pada kolom tersebut berdasarkan tabel hasil tahap sebelumnya.
    d. Memeriksa apakah solusi yang diperoleh telah mencapai kondisi optimal. Pemeriksaan dilakukan dengan menarik garis horizontal dan vertikal yang melewati elemen bernilai nol. Apabila jumlah garis yang terbentuk sama dengan jumlah baris atau kolom, maka solusi biaya operasional optimal telah diperoleh.
    e. Apabila solusi optimal belum diperoleh, nilai biaya terkecil yang tidak dilewati garis digunakan untuk mengurangi seluruh elemen yang tidak dilewati garis. Nilai tersebut kemudian ditambahkan pada elemen yang terletak pada perpotongan garis, sedangkan elemen lainnya yang dilewati garis tetapi tidak berada pada titik perpotongan tetap tidak berubah.
    f. Mengulangi proses pemeriksaan sebagaimana pada langkah (d) hingga diperoleh solusi optimal.
3. Menentukan waktu penyelesaian optimal dengan meminimalkan waktu penyelesaian pekerjaan melalui tahapan berikut:
    a. Menyusun tabel penugasan, dengan jenis pekerjaan sebagai baris dan pekerja atau karyawan sebagai kolom.
    b. Pada setiap baris, nilai waktu terendah digunakan untuk mengurangi seluruh nilai waktu pada baris tersebut.
    c. Pada setiap kolom, nilai waktu terendah digunakan untuk mengurangi seluruh nilai waktu pada kolom tersebut berdasarkan tabel hasil tahap sebelumnya.
    d. Memeriksa apakah solusi yang diperoleh telah mencapai kondisi optimal dengan menarik garis horizontal dan vertikal yang melewati elemen bernilai nol. Apabila jumlah garis yang terbentuk sama dengan jumlah baris atau kolom, maka solusi waktu penyelesaian optimal telah diperoleh.
    e. Apabila solusi waktu optimal belum diperoleh, seluruh nilai waktu yang tidak dilewati garis dikurangi dengan nilai waktu terkecil yang tidak dilewati garis. Nilai tersebut kemudian ditambahkan pada elemen yang berada pada titik perpotongan garis, sedangkan elemen lainnya yang dilewati garis tetapi tidak berada pada titik perpotongan tetap tidak berubah.
    f. Mengulangi proses pemeriksaan pada langkah (d) hingga diperoleh solusi optimal.
4. Menghitung total biaya dan waktu penyelesaian optimal menggunakan persamaan berikut:
5. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh solusi optimal yang selanjutnya digunakan untuk menganalisis pembagian tugas berdasarkan alternatif yang memberikan biaya atau waktu penyelesaian paling optimal.
6. Menghitung biaya optimal dengan cara meminimalkan biaya operasional yang dikeluarkan dengan langkah-langkah:
    a. Dilakukan penyusunan tebal penugasan. Pada bagian baris merupakan jenis pekerjaan, sedangkan pada bagian kolom diisi dengan nama pekerja dan karyawan.
    b. Pada setiap baris, biaya terendah digunakan sebagai pengurang dalam tiap baris pada tabel biaya terntentu dari semua biaya dalam baris tersebut.
    c. Pada setiap baris, biaya terendah digunakan sebagai pengurang dalam tiap kolom tabel lanjutan dari langkah pertama dari semua biaya dalam kolom tersebut. Berikut dapat ditulis secara matematis, untuk tiap i maka
    d. Periksa apakah solusi layak sudah optimum. Pemeriksaan dilakukan dengan menggambarkan garis-garis vertikal dan horizontal yang melewati nilai nol. Jika jumlah garis yang terbentuk sama dengan jumlah baris/kolom maka solusi untuk biaya operasi optimal sudah diperoleh.

e. Jika solusi untuk biaya optimal belum diperoleh, kurangkan semua biaya terendah tersebut pada biaya yang terletak pada perpotongan garis. Biaya lainnya (yang dilewati garis tapi tidak terletak pada perpotongan) tidak berubah.
f. Kembali ke langkah keempat (d).

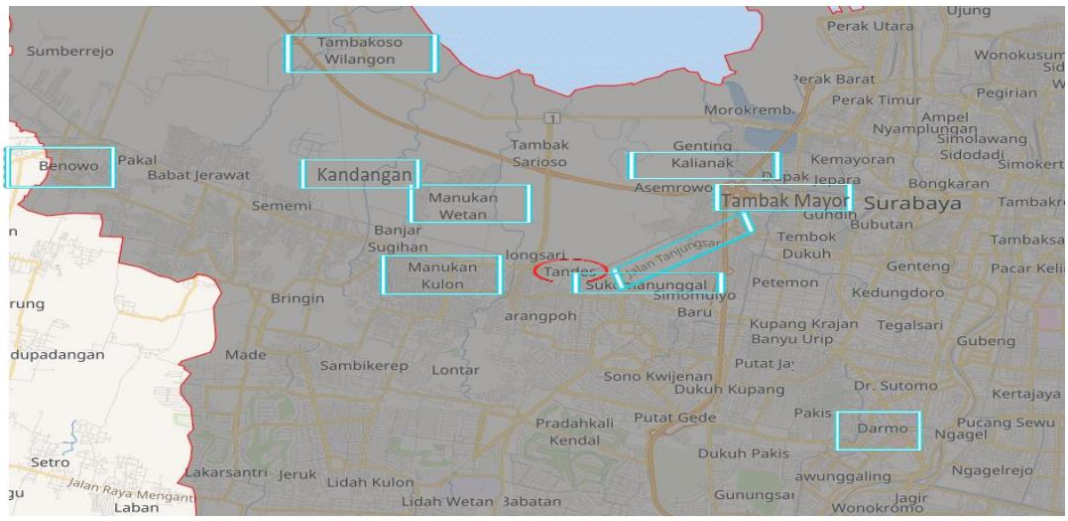
7. Menghitung waktu optimal dengan meminimumkan waktu penyelesaian pekerjaan dengan langkah-langkah:
   a. Menyusun tabel penugasan. Dimana jenis pekerjaan sebagai baris dan pekerja (karyawan) sebagai kolom.
   b. Untuk setiap baris, kurangkan waktu terendah dalam tiap baris pada tabel waktu tertentu dari semua waktu dalam baris tersebut.
   c. Untuk setiap kolom, kurangkan waktu terendah dalam tiap kolom tabel yang diperoleh dari langkah pertama dari semua waktu dalam kolom tersebut.
   d. Periksa apakah solusi laya k sudah optimum. Pemeriksaan dilakukan dengan menggambarkan garis-garis vertikal dan horizontal yang melewati nilai nol. Jika jumlah garis yang terbentuk sama dengan jumlah baris/kolom maka solusi untuk waktu penyelesaian optimal sudah diperoleh.
   e. Jika solusi untuk waktu penyelesaian optimal belum diperoleh, kurangkan semua waktu yang tidak dilewati garis dengan waktu terendah, dan tambahkan biaya terendah tersebut pada biaya yang terletak pada perpotongan garis. Waktu lainnya (yang dilewati garis tapi tidak terletak pada perpotongan) tidak berubah.
   f. Kembali ke langkah keempat (d).
8. Menghitung total biaya dan waktu penyelesaian optimal dengan menggunakan persamaan.
9. Setelah menggunakan persamaan diatas akan diperoleh solusi optimal.

Menganalisis pembagian tugas sesuai dari segi biaya atau waktu yang paling optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Sebelum melakukan perhitungan menggunakan metode Hungarian dan Pinalti di PT. Pos Indonesia Surabaya cabang Tandes, maka perlu dilakukan proses pengumpulan data yang didapatkan ketika melakukan penelitian di PT. Pos Indonesia Surabaya cabang Tandes. Terdapat peta persebaran 10 titik daerah pengiriman pada PT. Pos Indonesia Cabang Tandes, Surabaya, sebagai berikut:



Gambar 2 Peta Persebaran Pengiriman Paket

Keterangan:

= Titik awal pengiriman (kantor PT. Pos Indonesia Tandes)

= Persebaran daerah pengiriman paket

ISSN 2775-5630

Berikut adalah hasil waktu masing-masing karyawan dalam mengantarkan paket dengan melihat waktu minimum sebelum menggunakan metode Hungarian dan Pinalti.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Waktu Awal

Karyawan	Tujuan	Waktu (Menit)
Iqbal	Darmo Permai	17
Chabib	Sukomanunggal	11
Dimas	Osowilangon	17
Adi	Kalianak	11
Lavizar	Tanjungsari	9
Agus	Tambak Mayor	10
Sadam	Manukan	6
Aad	Benowo	7
Shendy	Sambikerep	11
Akbar	Kandangan	19
Total Waktu Optimum		**121**

Dalam sistem pengupahan pada divisi pengiriman atau kurir yaitu dengan sistem upah bulanan, terperinci sebagai berikut:

Tabel 2 Rincian Upah Divisi Pengiriman

Rincian	Nominal
Biaya tenaga kerja	Rp 2.000/paket
Biaya transportasi	Rp 1.000.000/bulan
Biaya bahan bakar	Rp 600.000/bulan
Biaya perawatan	Rp 50.000/bulan

Data yang digunakan adalah waktu perjalanan masing-masing karyawan dalam mengantarkan barang dari kantor PT. Pos Indonesia Surabaya cabang Tandes dengan asumsi bahwa setiap karyawan ditugaskan satu pekerjaaan saja dengan jumlah barang yang sama dan kondisi lalu lintas yang sama pula.

Selain waktu pengiriman, adapun data yang telah dikumpulkan berupa rekapitulasi total paket yang telah berhasil dikirim oleh kurir dan upah yang diperoleh kurir selama periode 18 Mei-18 Juni 2022, sebagai berikut:

Tabel 3 Total Paket yang Berhasil Dikirim dalam 1 Bulan

Karyawan	Tujuan	Jumlah Paket	Upah Pengirima n	Tunjangan (Transport, bahan bakar, dan perawatan)	Gaji yang Diterina	Karyawan
Iqbal	Darmo Permai	1.533	3.066.000	1.650.000	4.716.000	Iqbal
Chabib	Sukomanunggal	2.027	4.054.000	1.650.000	5.704.000	Chabib
Dimas	Osowilangon	1.512	3.024.000	1.650.000	4.674.000	Dimas
Adi	Kalianak	1.529	3.058.000	1.650.000	4.708.000	Adi
Lavizar	Tanjungsari	2.180	4.360.000	1.650.000	6.010.000	Lavizar
Agus	Tambak Mayor	2.751	5.502.000	1.650.000	7.152.000	Agus
Sadam	Manukan	2.412	4.824.000	1.650.000	6.474.000	Sadam
Aad	Benowo	2.406	4.812.000	1.650.000	6.462.000	Aad
Shendy	Sambikerep	2.017	4.034.000	1.650.000	5.684.000	Shendy
Akbar	Kandangan	2.411	4.822.000	1.650.000	6.472.000	Akbar
Total		**20.778**	**41.556.000**	**41.556.000**	**58.056.000**	**20.778**

Pada Tabel 3 yang merupakan penempatan kurir dengan daerah pengiriman sebelum dilakukannya perhitungan menggunakan metode Hungarian dan Pinalti, didapatkan total waktu optimum sebesar 121 menit, sehingga perlu untuk dilakukan perhitungan menggunakan metode Hungarian dan Pinalti agar mendapatkan waktu yang lebih optimal. Perhitungannya adalah meminimumkan total waktu optimal dalam mengantarkan barang, sehingga karyawan dapat bekerja secara efektif dan efisien. Tabel 4 menunjukkan

data waktu (menit) masing-masing karyawan dalam mengantarkan barang pada 10 daerah yang akan digunakan dalam proses perhitungan metode Hungarian dan Pinalti Optimal.

Tabel 4 Waktu Pengantaran Paket (Dalam Menit)

Tujuan \ Sumber	Iqbal	Chabib	Dimas	Adi	Lavizar	Agus	Sadam	Aad	Shendy	Akbar
Darmo Permai	17	19	22	19	20	20	19	24	21	20
Sukomanunggal	15	11	13	13	16	14	15	14	13	15
Osowilangon	16	15	20	13	19	16	13	19	16	22
Kalianak	19	13	15	11	15	14	17	14	12	16
Tanjungsari	14	13	11	16	9	13	15	20	14	16
Tambak Mayor	13	18	21	15	13	10	17	14	17	20
Manukan	9	8	13	10	9	15	6	14	10	8
Benowo	8	12	9	11	8	13	11	7	9	10
Sambikerep	12	10	19	16	13	13	15	12	11	14
Kandangan	25	22	29	32	26	28	26	21	24	19

Pengolahan Data

Perhitungan Metode Hungarian

Berdasarkan data pada Tabel 4 akan diselesaikan menggunakan metode Hungarian. Langkah pertama yaitu mengurangkan nilai terkecil pada setiap baris dengan setiap nilai pada baris tersebut. Untuk baris pertama, mengurangkan nilai terkecil yaitu 17 dengan setiap nilai pada baris tersebut. Baris kedua, mengurangkan 11 dengan semua nilai pada baris kedua. Begitu seterusnya sampai baris terakhir. Maka didapatkan tabel seperti berikut:

Tabel 1 Solusi Awal untuk Metode Hungarian

Tujuan \ Sumber	Iqbal	Chabib	Dimas	Adi	Lavizar	Agus	Sadam	Aad	Shendy	Akbar
Darmo Permai	0	2	3	2	3	3	2	7	3	3
Sukomanunggal	4	0	0	2	5	3	4	3	1	4
Osowilangon	3	2	5	0	6	3	7	6	2	9
Kalianak	8	2	2	0	4	3	6	3	0	5
Tanjungsari	5	4	0	7	0	4	6	11	4	7
Tambak Mayor	3	8	9	5	3	0	7	4	6	10
Manukan	3	2	5	4	3	9	0	8	3	2
Benowo	1	5	0	4	1	6	4	0	1	3
Sambikerep	2	0	7	6	3	3	5	2	0	4
Kandangan	6	3	8	13	7	9	7	2	4	0

Setelah mendapatkan solusi awal, yang akan dilakukan selanjutnya adalah menarik garis melewati semua nol dengan cara memilih baris atau kolom yang memili nilai nol paling banyak terlebih dahulu agar garis yang dibuat bisa seminimal mungkin. Jika jumlah garis sudah sama dengan jumlah baris atau kolom mata tabel telah optimal. Maka didapatkan solusi optimal sebagai berikut:

Tabel 5 Solusi Optimal Menggunakan Metode Hungarian

Tujuan \ Sumber	Iqbal	Chabib	Dimas	Adi	Lavizar	Agus	Sadam	Aad	Shendy	Akbar
Darmo Permai	0	2	3	2	3	3	2	7	3	3
Sukomanunggal	4	0	0	2	5	3	4	3	1	4
Osowilangon	3	2	5	0	6	3	7	6	2	9
Kalianak	8	2	2	0	4	3	6	3	0	5
Tanjungsari	5	4	0	7	0	4	6	11	4	7
Tambak Mayor	3	8	9	5	3	0	7	4	6	10
Manukan	3	2	5	4	3	9	0	8	3	2
Benowo	1	5	0	4	1	6	4	0	1	3
Sambikerep	2	0	7	6	3	3	5	2	0	4
Kandangan	6	3	8	13	7	9	7	2	4	0

Pada Tabel 5 terdapat garis sebanyak 10. Jumlah garis tersebut sudah sama dengan jumlah baris atau kolom, sehingga Tabel 4 sudah optimum dan tidak perlu dilakukan perhitungan ulang.

Tabel 6 Penugasan Karyawan

Sumber / Tujuan	Iqbal	Chabib	Dimas	Adi	Lavizar	Agus	Sadam	Aad	Shendy	Akbar
Darmo Permai	0	2	3	2	3	3	2	7	3	3
Sukomanunggal	4	0	0	2	5	3	4	3	1	4
Osowilangon	3	2	5	0	6	3	7	6	2	9
Kalianak	8	2	2	0	4	3	6	3	0	5
Tanjungsari	5	4	0	7	0	4	6	11	4	7
Tambak Mayor	3	8	9	5	3	0	7	4	6	10
Manukan	3	2	5	4	3	9	0	8	3	2
Benowo	1	5	0	4	1	6	4	0	1	3
Sambikerep	2	0	7	6	3	3	5	2	0	4
Kandangan	6	3	8	13	7	9	7	2	4	0

Dari Tabel 6 akan diperoleh pembagian daerah pengiriman kepada karyawan sebagai hasil akhir perhitungan, sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil Akhir Perhitungan Metode Hungarian

Karyawan	Tujuan	Waktu (Menit)
Iqbal	Darmo Permai	17
Chabib	Sambikerep	10
Dimas	Sukomanunggal	13
Adi	Osowilangon	13
Lavizar	Tanjungsari	9
Agus	Tambak Mayor	10
Sadam	Manukan	6
Aad	Benowo	7
Shendy	Kalianak	12
Akbar	Kandangan	19
Total Waktu Optimum		**116**

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh waktu optimal masing-masing karyawan yang didapat dari tabel 7 sebagai contoh, Iqbal mendapatkan waktu optimal 17 menit karena pada pengurangan baris yang dilakukan pada Tabel 6 nilai nol berada pada tujuan Darmo Permai, sehingga merujuk pada Tabel 7 ryawan Iqbal mengantar ke tujuan Darmo Permai selama 17 menit.

Total waktu optimal yang didapat pada Tabel 7 besar 116 menit dengan efisiensi waktu pengantaran barang dapat dihitung seperti berikut:

$$\text{Efisiensi Waktu Pengantaran} = \frac{Total\ waktu\ awal - total\ waktu\ usualn}{Total\ waktu\ awal} \times 100\%$$

$$= \frac{121-116}{121} \times 100\%$$

$$= 4{,}13\%$$

Dengan dilakukan perhitungan menggunakan metode Hungarian menghasilkan waktu yang lebih optimal, dari 121 menit menjadi 116 menit dengan efisiensi waktu pengiriman sebesar 4,13%.

Dari Tabel 7 telah diperoleh penempatan kurir pada titik daerah pengiriman berdasarkan waktu yang lebih optimal, sehingga dari tabel tersebut dapat dihitung upah kurir sesuai dengan penampatan daerah masing-masing, sebagai berikut:

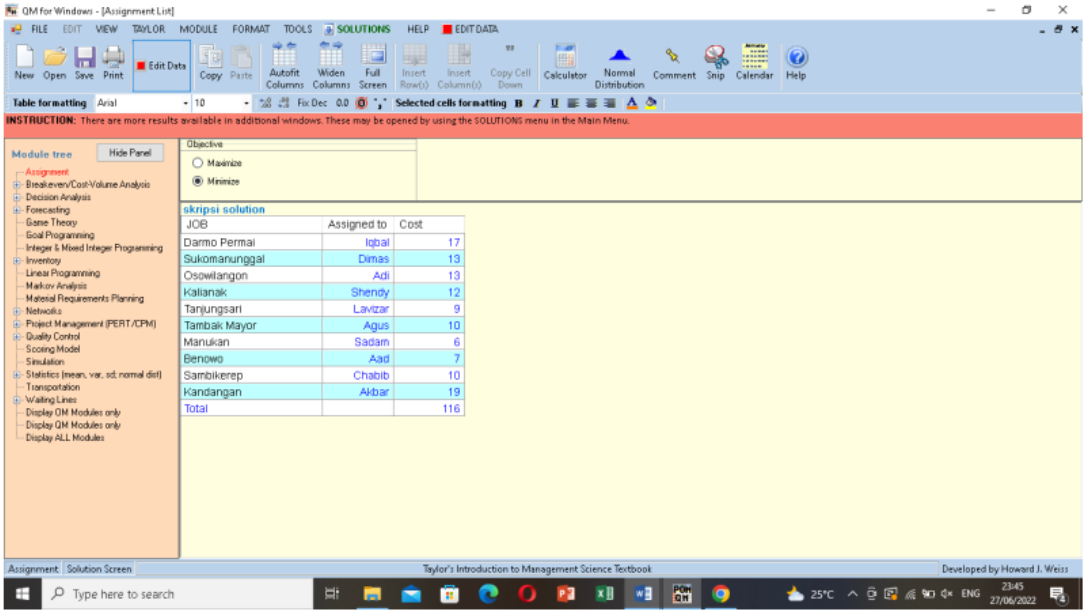
Tabel 8 Total Paket yang Dikirim dan Upah Kurir dalam 1 Bulan Menggunakan

Karyawan	Tujuan	Jumlah Paket	Upah yang Diperoleh	Tunjangan (Transport, bahan bakar,	Gaji yang Diterina

				dan perawatan)	
Iqbal	Darmo Permai	1.533	3.066.000	1.650.000	4.716.000
Chabib	Sambikerep	2.027	4.034.000	1.650.000	5.684.000
Dimas	Sukomanunggal	1.512	4.054.000	1.650.000	5.704.000
Adi	Osowilangon	1.529	3.024.000	1.650.000	4.674.000
Lavizar	Tanjungsari	2.180	4.360.000	1.650.000	6.010.000
Agus	Tambak Mayor	2.751	5.502.000	1.650.000	7.152.000
Sadam	Manukan	2.412	4.824.000	1.650.000	6.474.000
Aad	Benowo	2.406	4.812.000	1.650.000	6.462.000
Shendy	Kalianak	2.017	3.058.000	1.650.000	4.708.000
Akbar	Kandangan	2.411	4.822.000	1.650.000	6.472.000
Total		**20.778**	**41.556.000**	**41.556.000**	**58.056.000**

Dari Tabel 8 terlihat ada beberapa karyawan yang terjadi perubahan titik daerah pengiriman dan upah yang diperoleh berdasarkan waktu pengiriman yang telah optimal, yaitu karyawan Chabib, Dimas, Adi, dan Shendy.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Hungarian, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan menggunakan *software* POM-QM. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software* POM QM for Windows V5 atau *Quantitative Methods for Windows* terlebih dahulu.



Gambar 3 Perhitungan Pembagian Kurir dengan Daerah Pengiriman menggunakan *software* POM-QM

Perhitungan Metode Pinalti

Setelah didapatkan hasil menggunakan metode Hungarian, selanjutnya akan diselesaikan menggunakan metode Pinalti. Berdasarkan Tabel 9, menentukan nilai pinalti untuk setiap kolom dengan mengurangkan nilai terkecil dengan nilai terkecil berikutnya.

Tabel 9 Nilai Pinalti Pertama

Sumber / Tujuan	Iqbal	Chabib	Dimas	Adi	Lavizar	Agus	Sadam	Aad	Shendy	Akbar
Darmo Permai	17	19	22	19	20	20	19	24	21	20
Sukomanunggal	15	11	13	13	16	14	15	14	13	15
Osowilangon	16	15	20	13	19	16	13	19	16	22
Kalianak	19	13	15	11	15	14	17	14	12	16
Tanjungsari	14	13	11	16	9	13	15	20	14	16
Tambak Mayor	13	18	21	15	13	10	17	14	17	20
Manukan	9	8	13	10	9	15	6	14	10	8
Benowo	8	12	9	11	8	13	11	7	9	10

Sambikerep	12	10	19	16	13	13	15	12	11	14
Kandangan	25	22	29	32	26	28	26	21	24	19
P1	1	2	2	1	1	3	5	5	1	2

Pada Tabel 9 telah diperoleh nilai pinalti pertama dengan mengurangkan nilai 11 dengan 6 sehingga hasilnya adalah 5, kemudian menentukan nilai terkecil pada kolom yang sejajar dengan angka 5 yaitu 6. Selanjutnya, menarik garis pada baris dan kolom yang sejajar dengan angka 6.

Tabel 10 Tabel Pinalti Terakhir

Sumber / Tujuan	**Iqbal**	**Chabib**	**Dimas**	**Adi**	**Lavizar**	**Agus**	**Sadam**	**Aad**	**Shendy**	**Akbar**
Darmo Permai	17	19	22	19	20	20	19	24	21	20
Sukomanunggal	15	11	13	13	16	14	15	14	13	15
Osowilangon	16	15	20	13	19	16	13	19	16	22
Kalianak	19	13	15	11	15	14	17	14	12	16
Tanjungsari	14	13	11	16	9	13	15	20	14	16
Tambak Mayor	13	18	21	15	13	10	17	14	17	20
Manukan	9	8	13	10	9	15	6	14	10	8
Benowo	8	12	9	11	8	13	11	7	9	10
Sambikerep	12	10	19	16	13	13	15	12	11	14
Kandangan	25	22	29	32	26	28	26	21	24	19
P1	1	2	2	1	1	3	5	5	1	2
P1	4	1	2	0	1	3	-	5	2	4
P2	1	1	2	2	4	3			1	1
P3	1	1	2	2		3			1	1
P4	1	1	2	2					1	1
P5	3	1	2	2					1	1
P6		2	2	2					1	1
P7			5	2					4	4
P8				6					5	1
P9									3	1

Pada tabel 10 telah diperoleh nilai pinalti terakhir dengan angka yang tersisa yaitu 19. Selanjutnya, menarik garis pada baris dan kolom yang sejajar dengan angka 19.

Setelah mendapatkan semua nilai pinalti, maka didapatkan solusi awal untuk metode pinalti seperti tabel berikut:

Tabel 11 Solusi Awal Metode Pinalti

Sumber / Tujuan	**Iqbal**	**Chabib**	**Dimas**	**Adi**	**Lavizar**	**Agus**	**Sadam**	**Aad**	**Shendy**	**Akbar**
Darmo Permai	17	19	22	19	20	20	19	24	21	20
Sukomanunggal	15	11	13	13	16	14	15	14	13	15
Osowilangon	16	15	20	13	19	16	13	19	16	22
Kalianak	19	13	15	11	15	14	17	14	12	16
Tanjungsari	14	13	11	16	9	13	15	20	14	16
Tambak Mayor	13	18	21	15	13	10	17	14	17	20
Manukan	9	8	13	10	9	15	6	14	10	8
Benowo	8	12	9	11	8	13	11	7	9	10
Sambikerep	12	10	19	16	13	13	15	12	11	14
Kandangan	25	22	29	32	26	28	26	21	24	19

Berdasarkan solusi awal yang didapatkan lakukan uji optimalisasi dengan membentuk *loop* dengan mempertimbangkan nilai basis dan nonbasis. Pada solusi awal nilai nonbasis terkecil adalah 8. Maka didapatkan uji optimalisasi pertama sebagai berikut:

Tabel 12 Uji Optimalisasi

Sumber / Tujuan	Iqbal	Chabib	Dimas	Adi	Lavizar	Agus	Sadam	Aad	Shendy	Akbar
Darmo Permai	17	19	22	19	20	20	19	24	21	20
Sukomanunggal	15	11	13	13	16	14	15	14	13	15
Osowilangon	16	15	20	13	19	16	13	19	16	22
Kalianak	19	13	15	11	15	14	17	14	12	16
Tanjungsari	14	13	11	16	9	13	15	20	14	16
Tambak Mayor	13	18	21	15	13	10	17	14	17	20
Manukan	9	8	13	10	9	15	6	14	10	8
Benowo	8	12	9	11	8	13	11	7	9	10
Sambikerep	12	10	19	16	13	13	15	12	11	14
Kandangan	25	22	29	32	26	28	26	21	24	19

Berdasarkan uji optimalisasi pertama, didapatkan bahwa total nilai basis (*T'*) dan non basis (*T*) yang dilewati *loop* adalah:

T'= 11+15+13+10+6+21 = 95

T =13+8+13+11+20+16+8 = 89

Karena total T'>T maka tabel dinyatakan sudah optimal.

Tabel 13 Solusi Optimal Menggunakan Metode Pinalti

Sumber / Tujuan	Iqbal	Chabib	Dimas	Adi	Lavizar	Agus	Sadam	Aad	Shendy	Akbar
Darmo Permai	17	19	22	19	20	20	19	24	21	20
Sukomanunggal	15	11	13	13	16	14	15	14	13	15
Osowilangon	16	15	20	13	19	16	13	19	16	22
Kalianak	19	13	15	11	15	14	17	14	12	16
Tanjungsari	14	13	11	16	9	13	15	20	14	16
Tambak Mayor	13	18	21	15	13	10	17	14	17	20
Manukan	9	8	13	10	9	15	6	14	10	8
Benowo	8	12	9	11	8	13	11	7	9	10
Sambikerep	12	10	19	16	13	13	15	12	11	14
Kandangan	25	22	29	32	26	28	26	21	24	19

Minimasi Z = $\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij} = 12 + 11 + 15 + 13 + 9 + 10 + 6 + 7 + 21 + 19$

$= 123$

Dari Tabel 14 akan diperoleh pembagian daerah pengiriman kepada karyawan sebagai hasil akhir perhitungan, sebagai berikut:

Tabel 14 Hasil Akhir Perhitungan Metode Pinalti

Karyawan	Tujuan	Waktu (Menit)
Iqbal	Sambikerep	12
Chabib	Sukomanunggal	11
Dimas	Kalinak	15
Adi	Osowilangon	13
Lavizar	Tanjungsari	9
Agus	Tambak Mayor	10
Sadam	Manukan	6
Aad	Benowo	7
Shendy	Darmo Permai	21
Akbar	Kandangan	19
Total Waktu Optimum		**123**

Berdasarkan Tabel 14 diperoleh total waktu optimal sebesar 123 menit dengan efisiensi waktu pengantaran barang dapat dihitung seperti berikut:

Efisiensi waktu pengantaran $= \frac{Total\ waktu\ awal - total\ waktu\ usulan}{Total\ waktu\ awal} x100\%$

$= \frac{121-123}{121} x100\%$

$= -1{,}65\%$

Dengan dilakukan perhitungan menggunakan metode Pinalti, tidak menghasilkan waktu yang lebih optimal, dari 121 menit menjadi 123 menit dengan efisiensi waktu pengiriman sebesar -1,65%. Artinya metode Pinalti tidak dapat memecahkan permasalahan penugasan pada PT. Pos Indonesia cabang Tandes, karena waktu usulan lebih besar dari waktu awal.

Tabel 15 Total Paket yang Dikirim dan Upah Kurir dalam 1 Bulan Menggunakan Hasil Metode Pinalti Optimal

Karyawan	Tujuan	Jumlah Paket	Upah yang Diperoleh	Tunjangan (Transport, bahan bakar, dan perawatan)	Gaji yang Diterina
Iqbal	Sambikerep	2.027	4.054.000	1.650.000	5.704.000
Chabib	Sukomanunggal	1.512	3.024.000	1.650.000	4.674.000
Dimas	Kalinak	2.017	4.034.000	1.650.000	5.684.000
Adi	Osowilangon	1.529	3.058.000	1.650.000	4.708.000
Lavizar	Tanjungsari	2.180	4.360.000	1.650.000	6.010.000
Agus	Tambak Mayor	2.751	5.502.000	1.650.000	7.152.000
Sadam	Manukan	2.412	4.824.000	1.650.000	6.474.000
Aad	Benowo	2.406	4.812.000	1.650.000	6.462.000
Shendy	Darmo Permai	1.533	3.066.000	1.650.000	4.716.000
Total		20.778	41.556.000	41.556.000	58.056.000

Dari Tabel 15 terlihat ada beberapa karyawan yang terjadi perubahan titik daerah pengiriman dan upah yang diperoleh berdasarkan waktu perhitungan metode Pinalti, yaitu karyawan Iqbal, Dimas, Adi, dan Shendy.

ANALISA DATA

Pembahasan

Program penjadwalan pengiriman paket dengan pemecahan *assignment problem* penugasan, penyelesaian masalah diselesaikan dengan menggunakan metode hungarian dan pinalti.

Metode Hungarian

Penelitian ini bertujuan memperoleh total waktu minimum penyelesaian pengiriman paket berdasarkan penempatan tugas karyawan dengan menggunakan metode Hungarian. Proses diawali dengan menyusun tabel penugasan, dengan daerah pengiriman sebagai baris dan nama karyawan sebagai kolom. Terdapat 10 daerah pengiriman dan 10 karyawan yang ditugaskan untuk mengirim paket di PT Pos Indonesia Surabaya. Sebelum penerapan metode Hungarian, total waktu penyelesaian pengiriman adalah 121 menit. Setelah dilakukan optimasi menggunakan metode Hungarian, total waktu dapat dikurangi menjadi 116 menit. Hasil tersebut juga sesuai dengan perhitungan menggunakan software POM-QM, yang menghasilkan waktu optimal sebesar 116 menit dengan penempatan kurir yang sama.

Penempatan optimal tersebut adalah Iqbal ke Darmo Permai dengan waktu 17 menit, Chabib ke Sambikerep 10 menit, Dimas ke Sukomanunggal 13 menit, Adi ke Osowilangon 13 menit, Lavizar ke Tanjungsari 9 menit, Agus ke Tambak Mayor 10 menit, Sadam ke Manukan 6 menit, Aad ke Benowo 7 menit, Shendy ke Kalianak 12 menit, dan Akbar ke Kandangan 19 menit. Gaji masing-masing karyawan berturut-turut adalah Rp4.716.000, Rp5.684.000, Rp5.704.000, Rp4.674.000, Rp6.010.000, Rp7.152.000, Rp6.474.000, Rp6.462.000, Rp4.708.000, dan Rp6.472.000.

Perbandingan penempatan sebelum dan sesudah penerapan metode Hungarian menunjukkan adanya efisiensi waktu sebesar 5 menit, atau 4,13%. Dengan demikian, metode Hungarian terbukti dapat mengoptimalkan penempatan karyawan dan meminimalkan waktu penyelesaian pengiriman paket di PT Pos Indonesia Surabaya.

Metode Pinalti

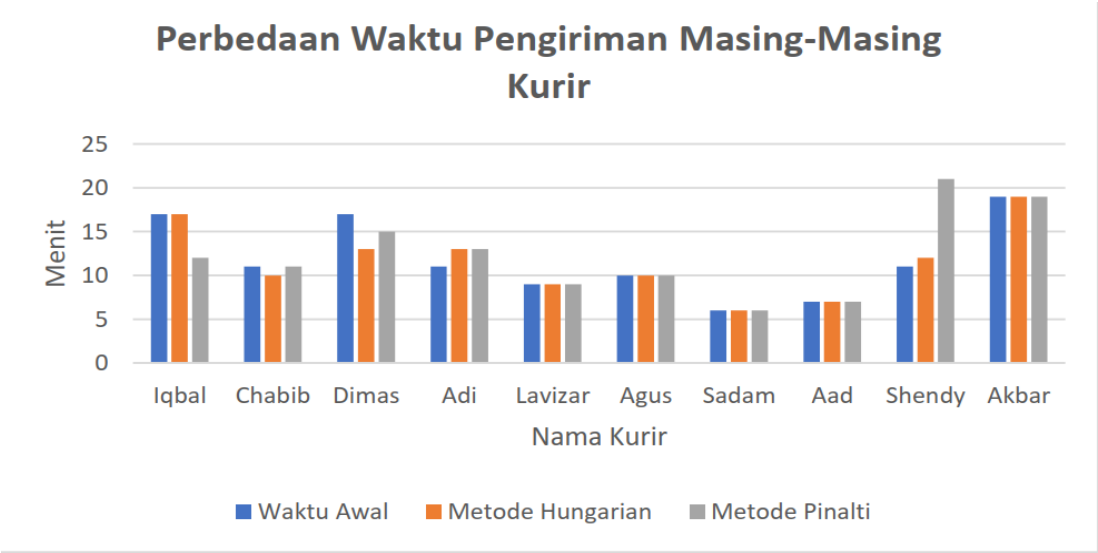
Perhitungan penugasan karyawan menggunakan metode Penalti diawali dengan penyusunan tabel penugasan berdasarkan karyawan dan tujuan pengiriman. Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai penalti secara bertahap untuk menentukan solusi awal. Solusi tersebut kemudian diuji optimalitasnya melalui pembentukan loop dan perhitungan nilai T' dan T hingga diperoleh fungsi tujuan minimasi waktu pengiriman (Z).

Berdasarkan hasil perhitungan, total waktu pengiriman sebelum optimasi pada PT Pos Indonesia Cabang Tandes Surabaya adalah 121 menit, sedangkan metode Penalti menghasilkan 123 menit. Penugasan yang diperoleh yaitu Iqbal–Sambikerep (12 menit), Chabib–Sukomanunggal (11 menit), Dimas–Kalianak (15 menit), Adi–Osowilangon (13 menit), Lavizar–Tanjungsari (9 menit), Agus–Tambak Mayor (10 menit), Sadam–Manukan (6 menit), Aad–Benowo (7 menit), Shendy–Darmo Permai (21 menit), dan Akbar–Kandangan (19 menit).

Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Penalti belum mampu meningkatkan efisiensi penugasan karena total waktu pengiriman justru meningkat 2 menit, dari 121 menjadi 123 menit. Dengan demikian, metode Penalti belum menghasilkan solusi yang lebih optimal dalam meminimalkan waktu pengiriman pada studi kasus ini. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemilihan metode optimasi perlu disesuaikan dengan karakteristik data dan permasalahan penugasan yang dihadapi perusahaan.

Interpretasi Perhitungan dengan Grafik

Perbedaan hasil perhitungan waktu dengan menggunakan metode Hungarian, Pinalti, dan software POM-QM dapat terlihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 4 Grafik Perbedaan Waktu Pengiriman Kurir

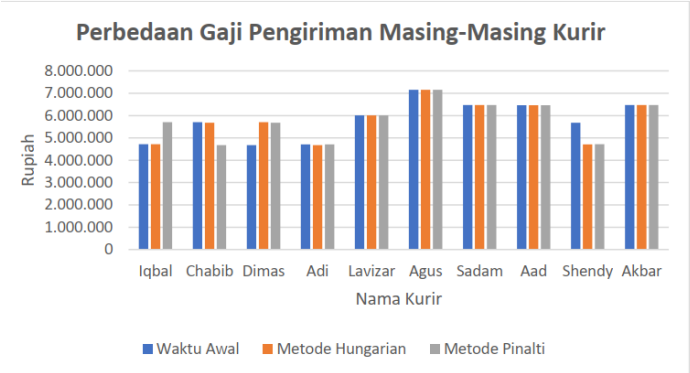
Perbandingan waktu pengiriman sebelum dan sesudah optimasi menggunakan metode Hungarian, Penalti, dan software POM-QM menunjukkan adanya perbedaan hasil. Berdasarkan Gambar 4.10, metode Hungarian dan POM-QM menghasilkan waktu pengiriman yang lebih rendah dibandingkan kondisi sebelum optimasi dan metode Penalti. Metode Hungarian menghasilkan total waktu 116 menit, sedangkan metode Penalti 123 menit dan kondisi sebelum optimasi 121 menit. Hasil POM-QM juga menunjukkan total waktu optimal sebesar 116 menit, sehingga konsisten dengan metode Hungarian. Dengan demikian,

metode Hungarian dan POM-QM memberikan hasil penugasan yang lebih optimal pada studi kasus PT Pos Indonesia Cabang Tandes Surabaya.

Perbedaan hasil dapat dipengaruhi oleh karakteristik permasalahan, seperti jumlah kurir, tujuan pengiriman, waktu tempuh, dan jumlah paket. Semakin kompleks permasalahan, perbedaan hasil antar-metode berpotensi semakin besar.

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan metode Penalti lebih efektif. Pada penelitian ini, metode Hungarian lebih optimal dengan total waktu 116 menit dibandingkan Penalti sebesar 123 menit.

Berdasarkan metode Hungarian, gaji kurir terdiri atas Iqbal Rp4.716.000, Chabib Rp5.684.000, Dimas Rp5.704.000, Adi Rp4.674.000, Lavizar Rp6.010.000, Agus Rp7.152.000, Sadam Rp6.474.000, Aad Rp6.462.000, Shendy Rp4.708.000, dan Akbar Rp6.472.000.



Gambar 5 Grafik Perbedaan Gaji yang Diterima Kurir

Manfaat Penelitian untuk Perusahaan

Pada penelitian ini diperoleh hasil perhitungan yang lebih optimal dengan menggunakan metode Hungarian yang memiliki efisiensi waktu sebanyak 5 menit dengan persentase 4,13%, sehingga dengan penugasan karyawan pada setiap daerah dengan metode Hungarian dapat memberikan manfaat bagi perusahaan dalam segi pendapatan. Semakin cepat kurir mengirim paket ke tujuan, maka semakin banyak pula paket yang dapat dikirim oleh kurir. Dengan demikian keuntungan perusahaan dapat meningkat dari sebelum dilakukan penelitian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisis dengan menggunakan metode Hungarian didapatkan hasil total waktu yaitu 116 menit. Dimana penempatan tugas karyawan yang mengalami perbedaan dengan sebelum dilakukan perhitungan yaitu Chabib, Dimas, Adi dan Shendy. Hasil perhitungan metode Hungarian memiliki efisiensi waktu sebanyak 5 menit dengan presentase 4,13%.
2. Dari analisis dengan menggunakan metode Pinalti didapatkan hasil total waktu yaitu 123 menit. Dimana penempatan tugas karyawan yang mengalami perbedaan dengan sebelum dilakukan perhitungan yaitu Iqbal, Dimas, Adi dan Shendy. Metode Pinalti ternyata tidak dapat memecahkan permasalahan penugasan, karena hasil perhitungan metode Pinalti lebih besar sebanyak 2 menit dari sebelum dilakukan perhitungan.
3. Dari kedua metode yang telah dilakukan perhitungan yaitu metode Hungarian dan Pinalti, didapatkan hasil yang lebih optimal yaitu metode Hungarian dengan waktu optimal sebesar 116 menit, sedangkan metode Pinalti sebesar 123 menit dari waktu awal sebelum dilakukan perhitungan sebesar 121 menit. Artinya metode yang dapat memecahkan permasalahan PT. Pos Indonesia cabang Tandes Surabaya yaitu metode Hungarian, karena dapat meminimalkan waktu sebesar 5 menit dari waktu awal sebelum dilakukan perhitungan dengan persentase efisien waktu sebanyak 4,13%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Uswatun, N. (2012). *PENUGASAN YANG TIDAK SEIMBANG (Studi Kasus Satreskrim Polres Magetan)*. 2–5.
[2] Ali, M. . (2014). Analisis Optimalisasi Pelayanan Konsumen Berdasarkan Teori Antrian pada Kaltimgps.Com di Samarinda. *Ejournal Ilmu Administrasi Bisnis*.
[3] Noer, A. B. (2010). *Belajar Mudah Riset Operasional* (1st ed.). Yogyakarta : Andi, 2010.
[4] Basriati, S., & Lestari, A. (2017). *Penyelesaian Masalah Penugasan Menggunakan Metode Hungarian dan Pinalti*. *3*(1)
[5] Assauri, S. (2008). Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Revisi 2008. In *Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia*..
[6] Firmansyah, P., & Alamsyah, A. (2020). Implementasi Metode Hungarian dalam Menentukan Keputusan Penambahan Karyawan pada UKM Puguh Jaya. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, *1*(1), 7–11.
[7] Bestari, W. W. (2018). Optimalisasi Penugasan Karyawan Dengan Metode Hungarian Di UD. Sinar Jepara Furniture. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, *7*(2), 107–115.
[8] Handoko, H. (2011). *Manajemen Personalia dan Sumber Daya Manusia*. BPFE Anggota IKAPI.
[9] Hasibuan, M. S. P. (2011). Manajemen Sumber Daya Manusia. *Edisi Revisi Jakarta: Bumi Aksara*.