

OPTIMASI PENUGASAN SOPIR ANGKOT PADA BERBAGAI RUTE DI KOTA MEDAN MENGGUNAKAN MODEL *ASSIGNMENT PROBLEM* MAKSIMASI

Chatrine Zefania Manurung¹, Elida Silaban², Indryana Evia Sitanggang³,
Nerli Khairani⁴

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan^{1,2,3,4}
e-mail: chatrine.4233230015@mhs.unimed.ac.id

ABSTRAK

Transportasi umum di Kota Medan menghadapi tantangan serius berupa inefisiensi operasional angkutan kota (angkot), terutama akibat penugasan sopir yang tidak optimal pada berbagai rute. Kondisi ini berdampak pada ketimpangan pendapatan sopir, perebutan penumpang, serta menurunnya kualitas pelayanan publik. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penugasan sopir angkot pada berbagai rute di Kota Medan dengan menggunakan model *Assignment Problem* berbasis maksimasi yang diselesaikan melalui metode Hungarian dan divalidasi menggunakan perangkat lunak LINDO. Data penelitian berupa pendapatan rata-rata per rute, jumlah perjalanan, serta jarak tempuh diperoleh dari operator angkot sebagai data sekunder. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode Hungarian mampu memberikan penugasan optimal dengan total pendapatan sopir sebesar Rp1.578.000, lebih tinggi dibandingkan penentuan rute tanpa optimasi. Optimalisasi ini tidak hanya meningkatkan keuntungan sopir secara individual, tetapi juga memastikan distribusi kerja yang lebih adil dan efisien. Dengan demikian, penerapan *Assignment Problem* dapat menjadi solusi matematis yang efektif dalam meningkatkan efisiensi sistem transportasi publik di Kota Medan serta mendukung keberlanjutan ekonomi para sopir angkot.

Kata Kunci: *Assignment Problem, Metode Hungarian, Optimasi, Sopir Angkot, Transportasi Medan*

ABSTRACT

Public transportation in Medan faces serious challenges in the form of operational inefficiencies in city transportation (angkot), mainly due to the suboptimal assignment of drivers to various routes. This condition has an impact on driver income inequality, competition for passengers, and a decline in the quality of public services. This study aims to optimize the assignment of angkot drivers on various routes in Medan City using a maximization-based Assignment Problem model solved through the Hungarian method and validated using LINDO software. The research data, consisting of average income per route, number of trips, and distance traveled, was obtained from angkot operators as secondary data. The analysis results show that the Hungarian method is capable of providing optimal assignments with a total driver income of IDR 1,578,000, which is higher than route determination without optimization. This optimization not only increases individual driver profits but also ensures a more equitable and efficient distribution of work. Thus, the application of the Assignment Problem can be an effective mathematical solution in improving the efficiency of the public transportation system in Medan City and supporting the economic sustainability of public transportation drivers.

Keywords: *Assignment Problem, Hungarian Method, Optimization, Public Transportation Drivers, Medan Transportation*

PENDAHULUAN

Transportasi umum merupakan salah satu pilar utama dalam mendukung mobilitas masyarakat di kota-kota besar Indonesia, termasuk Kota Medan yang memiliki populasi lebih

Copyright (c) 2025 KNOWLEDGE : Jurnal Inovasi Hasil Penelitian dan Pengembangan

dari 2,5 juta jiwa dan mengalami pertumbuhan lalu lintas yang pesat. Menurut pendapat (Putra et al., 2021) Kota Medan merupakan salah satu kota besar di Indonesia dengan jumlah penduduk yang sangat padat, termasuk banyak pendatang, terutama mahasiswa perantau. Dalam menghadapi dinamika ini, pemerintah Kota Medan berupaya menghadirkan sistem transportasi yang aman, nyaman, dan efisien. Upaya ini juga ditujukan untuk mengurangi kepadatan kendaraan pribadi yang semakin meningkat, sehingga mobilitas masyarakat tetap lancar dan aktivitas ekonomi kota tetap terdukung.

Sistem transportasi memegang peranan penting dalam efektivitas suatu kota, termasuk Kota Medan yang mengandalkan angkutan kota sebagai moda transportasi utama (Fauzan & Lubis, 2024). Angkot sebagai paratransit tradisional berperan penting dalam melayani rute perkotaan, namun sering menghadapi inefisiensi seperti penugasan sopir yang tidak optimal, kemacetan, dan pemborosan sumber daya. Jumlah angkot yang beroperasi juga dinilai berlebihan dibandingkan jumlah penumpang yang dilayani, sehingga menjadi salah satu persoalan utama transportasi di Medan. Kota Medan sebagai kota terbesar ketiga di Indonesia dengan populasi yang besar dan lebih dari 130 trayek angkot turut memperparah kondisi tersebut (Nababan et al., 2024).

Lebih lanjut, kondisi seperti ini menyebabkan para sopir angkot saling berebut penumpang demi mengejar setoran, yang diperparah dengan ketidakdisiplinan seperti membuat terminal bayangan atau ngetem. Di era pasca-pandemi COVID-19, tantangan ini semakin kompleks dengan adanya kompetisi dari transportasi online seperti Gojek dan Grab, yang mendorong kebutuhan akan optimasi sistematis untuk memaksimalkan utilisasi sumber daya (Fauzi, 2021). Dalam konteks optimasi rute di Medan, studi lain menyoroti bahwa rute yang tidak optimal dapat menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar, waktu tempuh yang lebih lama, serta akumulasi sampah yang tidak tertangani tepat waktu, meskipun awalnya untuk pengangkutan sampah, prinsip ini dapat diadaptasi ke angkot. Tantangan distribusi mencakup pemilihan rute kendaraan, jenis armada, serta efisiensi biaya pengangkutan (Kinanti & Aprillia, 2025). Dengan demikian, meskipun berbagai studi menekankan pentingnya efisiensi dan optimalisasi, masih terdapat kesenjangan nyata dalam penerapan sistem optimasi rute dan penugasan sopir angkot secara terpadu di Kota Medan.

Model Assignment Problem (masalah penugasan) adalah pendekatan matematis yang efektif untuk mengalokasikan sumber daya terbatas ke tugas tertentu dengan tujuan meminimalkan biaya atau memaksimalkan keuntungan (Simajuntak, 2025). Dalam transportasi, model ini dapat diterapkan untuk mengoptimalkan penugasan sopir angkot ke rute-rute di Kota Medan, dengan mempertimbangkan jarak, waktu operasional, dan potensi pendapatan per rute (Rahman & Wahyudin, 2021). Metode Hungarian, salah satu cara penyelesaian *Assignment Problem*, mentransformasikan baris dan kolom matriks hingga muncul angka nol yang dapat dipilih sebagai distribusi penugasan. Versi maksimasi dari model ini berfokus pada peningkatan output, seperti memaksimalkan jumlah penumpang atau efisiensi waktu sopir, yang dapat diselesaikan menggunakan algoritma Hungarian yang dimodifikasi (Fortuna et al., 2024).

Program linier merupakan bagian dari metode optimasi matematis yang digunakan untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi objektif dengan batasan-batasan tertentu. Model ini sangat efektif dalam menyelesaikan persoalan penugasan, yaitu ketika sejumlah sumber daya (misalnya pekerja, mesin, atau alat) harus dialokasikan ke sejumlah tugas tertentu dengan tujuan mengoptimalkan hasil kerja atau meminimalkan biaya (Yasri et al., 2025). Dalam konteks transportasi umum, khususnya penugasan sopir angkot di kota-kota seperti Medan, program linier memungkinkan penentuan alokasi sopir ke rute-rute yang ada secara efisien, sehingga dapat memaksimalkan pendapatan atau mengurangi ketimpangan beban kerja.

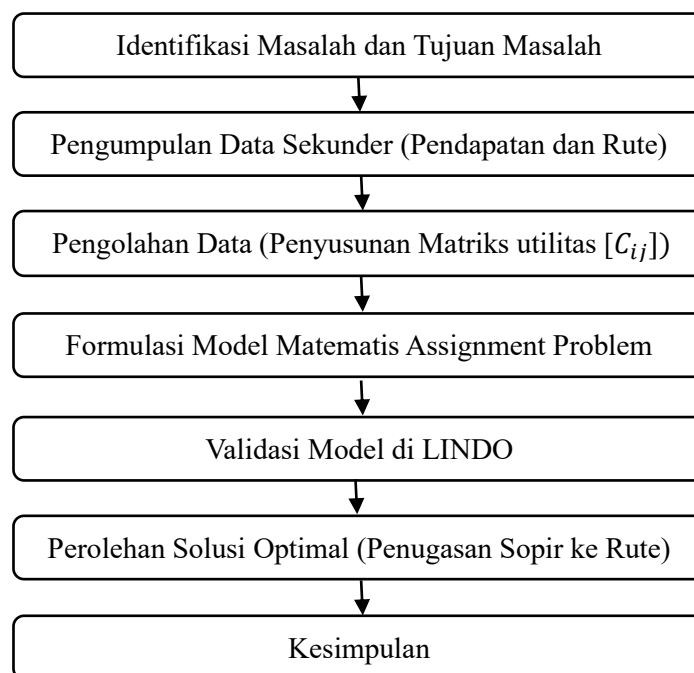
Pendekatan ini tidak hanya membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan publik dan keberlanjutan ekonomi sopir angkot. Metode seperti Hungarian dan perangkat lunak optimasi seperti LINDO sering digunakan untuk menyelesaikan model *Assignment Problem* maksimasi ini dengan hasil yang terbukti optimal dan aplikatif di lapangan (Riyanto & Atmayani, 2023).

Penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode Hungarian dengan bantuan aplikasi LINDO efektif dalam mengoptimalkan penugasan operator, meminimalkan waktu pengujian, serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas, yang konsepnya dapat diadaptasi untuk penugasan sopir angkot (Yasri et al., 2025). Studi sebelumnya juga menekankan bahwa metode penugasan mampu mengatur kendaraan secara optimal, sehingga jadwal perjalanan lebih tepat waktu dan mengurangi waktu tunggu penumpang (Harahap et al., 2025). Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan Model *Assignment Problem* maksimasi pada sopir angkot di Kota Medan, kota dengan jaringan lebih dari 100 rute yang sering mengalami *overload* pada jam sibuk. Dengan optimasi ini, diharapkan efisiensi transportasi umum meningkat, kemacetan berkurang, dan keberlanjutan ekonomi sopir terdukung, sekaligus memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan metode optimasi transportasi publik di Indonesia (Fadhillah, 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menerapkan metode *Assignment Problem* berbasis maksimasi untuk mengoptimalkan penugasan sopir angkot pada berbagai rute di Kota Medan. Populasi penelitian mencakup seluruh sopir dan rute angkot yang beroperasi di Kota Medan, sedangkan sampel dipilih secara *purposive* pada trayek yang memiliki data operasional lengkap dan akurat. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang berasal dari laporan operator angkot, meliputi rata rata pendapatan per rute, jumlah perjalanan, jarak tempuh, dan kebutuhan sopir pada masing-masing rute. Seluruh data tersebut diolah menjadi matriks skor keuntungan sebagai dasar formulasi model matematis.

Prosedur penelitian dilakukan melalui tahapan sistematis sebagaimana tergambar pada diagram berikut.



Gambar 1: Langkah – Langkah Penelitian

Langkah penelitian dimulai dari identifikasi masalah terkait penugasan sopir yang belum optimal, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan dan pengolahan data sekunder untuk menyusun matriks utilitas atau skor s_{ij} . Setelah itu, permasalahan dirumuskan ke dalam model *Assignment Problem* dalam bentuk maksimasi, dengan fungsi tujuan mencari total keuntungan terbesar dari penugasan sopir ke rute. Apabila jumlah sopir dan rute tidak seimbang, dilakukan penambahan baris atau kolom dummy agar matriks berbentuk persegi sehingga dapat dianalisis menggunakan metode Hungarian.

Pada tahap analisis, matriks skor diubah menjadi matriks biaya menggunakan transformasi $c_{ij} = M - s_{ij}$, di mana M adalah nilai skor maksimum pada seluruh elemen matriks. Transformasi ini diperlukan karena algoritma Hungarian secara asli bekerja untuk kasus minimisasi. Setelah transformasi dilakukan, algoritma Hungarian dioperasikan melalui tahapan pokok berupa reduksi baris, reduksi kolom, penutupan nol, dan pemilihan kombinasi nol independen hingga diperoleh penugasan optimal. Seluruh hasil analisis kemudian divalidasi menggunakan perangkat lunak LINDO untuk memastikan bahwa solusi yang diperoleh memang merupakan konfigurasi terbaik secara matematis. Melalui prosedur tersebut, penelitian dapat menentukan penugasan sopir-rute yang mampu memberikan keuntungan atau produktivitas total maksimum, sekaligus meningkatkan efisiensi operasional trayek angkot di Kota Medan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menganalisis permasalahan penugasan sopir angkot berdasarkan variasi pendapatan pada enam rute utama. Data awal yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan adanya ketidakseimbangan potensi pendapatan antar sopir pada setiap rute. Beberapa sopir tampak memiliki kecenderungan pendapatan lebih tinggi pada sejumlah rute, sementara yang lain menunjukkan variasi pendapatan yang lebih rendah. Pola ini menandakan bahwa apabila penugasan rute dibiarkan tanpa optimasi, ketidakadilan dan ketidakefisienan operasional dapat muncul, sehingga diperlukan metode penugasan yang mampu menghasilkan distribusi rute yang lebih seimbang dan efektif.

Tabel 1. Masalah Penugasan

Driver /Rute	Pasar	Terminal	Kampus	Mall	Stasiun	Rumah Sakit
BS	198	176	252	229	217	243
MN	223	262	201	214	238	272
DT	212	227	268	198	193	258
KS	239	202	214	263	247	281
ET	228	218	242	248	268	297
FM	253	239	222	272	259	312

Metode Hungarian untuk kasus maksimasi diawali dengan mengubah matriks keuntungan menjadi matriks biaya melalui transformasi $c_{ij} = M - s_{ij}$, di mana M merupakan nilai keuntungan maksimum pada setiap baris. Tabel 2 menyajikan nilai maksimum pendapatan untuk tiap sopir pada masing-masing rute, yang digunakan sebagai acuan dalam proses transformasi tersebut. Dengan menetapkan nilai tertinggi pada setiap baris, proses konversi ke bentuk minimisasi dapat dilakukan secara konsisten sebelum masuk ke tahap reduksi baris dan reduksi kolom pada algoritma Hungarian.

Tabel 2. Penentuan Nilai Maksimum Tiap Driver

Driver /Rute	Pasar	Terminal	Kampus	Mall	Stasiun	Rumah Sakit
BS	198	176	252	229	217	243
MN	223	262	201	214	238	272
DT	212	227	268	198	193	258
KS	239	202	214	263	247	281
ET	228	218	242	248	268	297
FM	253	239	222	272	259	312

Tabel 3 menyajikan hasil reduksi baris yang diperoleh dengan mengurangi setiap nilai pada baris dengan nilai maksimum pada baris tersebut. Transformasi ini dilakukan untuk menstandarkan matriks keuntungan sehingga pada setiap baris muncul setidaknya satu nilai nol yang mewakili rute dengan pendapatan tertinggi bagi masing-masing sopir. Kehadiran nilai nol ini memudahkan proses pencarian solusi optimal pada langkah-langkah Hungarian berikutnya.

Tabel 3. Hasil Reduksi Baris

Driver /Rute	Pasar	Terminal	Kampus	Mall	Stasiun	Rumah Sakit
BS	54	76	0	23	35	9
MN	49	10	71	58	34	0
DT	56	41	0	70	75	10
KS	42	79	67	18	34	0
ET	69	79	55	49	29	0
FM	59	73	90	40	53	0

Langkah kedua adalah melakukan reduksi kolom dengan cara mengurangi setiap elemen pada kolom dengan nilai minimum pada kolom tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4. Tahap ini bertujuan menyamakan skala antar kolom sehingga peluang setiap rute menjadi lebih seimbang. Hasil reduksi menghasilkan beberapa elemen bernilai nol tambahan yang merepresentasikan potensi penugasan optimal. Matriks yang telah direduksi ini disajikan pada Tabel 5 dan digunakan untuk proses penutupan nol pada tahap selanjutnya.

Tabel 4. Penentuan Nilai Minimum Tiap Kolom

Driver /Rute	Pasar	Terminal	Kampus	Mall	Stasiun	Rumah Sakit
BS	54	76	0	23	35	9
MN	49	10	71	58	34	0
DT	56	41	0	70	75	10
KS	42	79	67	18	34	0
ET	69	79	55	49	29	0
FM	59	73	90	40	53	0

Tabel 5. Hasil Reduksi Kolom

Driver /Rute	Pasar	Terminal	Kampus	Mall	Stasiun	Rumah Sakit
BS	12	66	0	5	6	9

MN	7	0	71	40	5	0
DT	14	31	0	52	46	10
KS	0	69	67	0	5	0
ET	27	69	55	31	0	0
FM	17	63	90	22	24	0

Langkah berikutnya pada Tabel 6 adalah menutup semua nilai nol pada matriks dengan menggunakan garis horizontal atau vertikal sesedikit mungkin. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi kombinasi penugasan yang tidak saling tumpang tindih antar sopir dan rute. Jika jumlah garis yang digunakan sudah sama dengan ordo matriks, maka dapat dikatakan bahwa kondisi optimal telah tercapai. Tahapan ini menandai bahwa sistem sudah berada pada posisi terbaik sebelum dilanjutkan ke tahap revisi atau penentuan hasil akhir penugasan.

Tabel 6. Matriks Hasil Penutupan Nol

Driver /Rute	Pasar	Terminal	Kampus	Mall	Stasiun	Rumah Sakit
BS	12	66	0	5	6	9
MN	7	0	71	40	5	0
DT	14	31	0	52	46	10
KS	0	69	67	0	5	0
ET	27	69	55	31	0	0
FM	17	63	90	22	24	0

Namun, karena jumlah garis yang digunakan masih belum mencukupi, maka perlu dilakukan revisi terhadap matriks agar kondisi optimal dapat tercapai. Revisi dilakukan dengan mencari nilai terkecil dari elemen-elemen yang tidak tertutup garis sebagai dasar penyesuaian. Nilai terkecil tersebut kemudian dikurangkan dari semua elemen yang tidak tertutup dan ditambahkan pada elemen yang berpotongan dengan dua garis. Melalui langkah ini akan muncul nilai nol baru pada posisi strategis, yang memungkinkan terbentuknya kombinasi penugasan yang lebih optimal dan efisien.

Tabel 7 Matriks Penugasan Optimal Setelah Penutupan Nol

Driver /Rute	Pasar	Terminal	Kampus	Mall	Stasiun	Rumah Sakit
BS	7	61	0	0	1	9
MN	7	0	76	40	5	5
DT	9	26	0	47	41	10
KS	0	69	72	0	5	5
ET	27	69	60	31	0	5
FM	12	58	85	27	19	0

Setelah proses revisi selesai dan jumlah garis yang menutup semua nilai nol telah sama dengan ordo matriks, maka kondisi optimal dinyatakan telah tercapai. Langkah selanjutnya adalah menentukan kombinasi penugasan berdasarkan posisi nilai nol pada matriks seperti yang terlihat dalam tabel 8. Setiap nilai nol dipilih sedemikian rupa agar setiap sopir hanya memperoleh satu rute, dan tidak ada dua sopir yang menempati rute yang sama. Kombinasi

nilai nol terpilih inilah yang menjadi solusi penugasan optimal, yang menghasilkan total pendapatan maksimum bagi seluruh sopir angkot.

Tabel 8. Hasil Penugasan Optimal

Driver /Rute	Pasar	Terminal	Kampus	Mall	Stasiun	Rumah Sakit
BS	7	61	0	0	1	9
MN	7	0	76	40	5	5
DT	9	26	0	47	41	10
KS	0	69	72	0	5	5
ET	27	69	60	31	0	5
FM	12	58	85	27	19	0

Dari tahapan Hungarian, diperoleh penugasan optimal berikut :

Driver	Rute Optimal	Pendapatan Optimal (Rp)
BS	Mall	229
MN	Terminal	262
DT	Kampus	268
KS	Pasar	239
ET	Stasiun	268
FM	Rumah Sakit	312

Sehingga total pendapatan optimal yang dicapai adalah:

$$Maks Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} = 229 + 262 + 268 + 239 + 268 + 312 = 1.578$$

Selain penyelesaian manual dengan metode Hungarian, permasalahan penugasan ini juga diformulasikan ke dalam model pemrograman linier dan diselesaikan menggunakan perangkat lunak LINDO.

```

MAX 198A1 + 176A2 + 252A3 + 229A4 + 217A5 + 243A6 +
223B1 + 262B2 + 201B3 + 214B4 + 238B5 + 272B6 +
212C1 + 227C2 + 268C3 + 198C4 + 193C5 + 258C6 +
239D1 + 202D2 + 214D3 + 263D4 + 247D5 + 281D6 +
228E1 + 218E2 + 242E3 + 248E4 + 268E5 + 297E6 +
253F1 + 239F2 + 222F3 + 272F4 + 259F5 + 312F6

SUBJECT TO
A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 = 1
B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6 = 1
C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 = 1
D1 + D2 + D3 + D4 + D5 + D6 = 1
E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + E6 = 1
F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6 = 1
A1 + B1 + C1 + D1 + E1 + F1 = 1
A2 + B2 + C2 + D2 + E2 + F2 = 1
A3 + B3 + C3 + D3 + E3 + F3 = 1
A4 + B4 + C4 + D4 + E4 + F4 = 1
A5 + B5 + C5 + D5 + E5 + F5 = 1
A6 + B6 + C6 + D6 + E6 + F6 = 1

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 19
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 1578.000

```

Gambar 2. Hasil Komputasi

Hasil komputasi menunjukkan bahwa LINDO menemukan solusi optimum pada iterasi ke-19 dengan nilai fungsi objektif sebesar 1578.000. Nilai ini sama dengan hasil perhitungan

manual sehingga memperkuat validitas metode yang digunakan. Optimasi ini membuktikan bahwa metode Hungarian mampu menempatkan setiap pengemudi pada rute dengan pendapatan tertinggi tanpa menimbulkan konflik penugasan. Apabila setiap pengemudi hanya memilih rute dengan pendapatan tertinggi, maka akan terjadi perebutan pada rute tertentu dan sebagian rute lainnya tidak terisi, yang akhirnya menurunkan efisiensi sistem.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode Hungarian sebagai bagian dari model *Assignment Problem* mampu memberikan solusi penugasan sopir-rute yang optimal pada kondisi transportasi Kota Medan yang kompleks sebagaimana digambarkan dalam pendahuluan. Ketidakefisienan angkot di Medan—seperti penugasan sopir yang tidak merata, perebutan penumpang, serta kenaikan beban operasional akibat kompetisi dengan transportasi online—menunjukkan perlunya pendekatan matematis yang mampu memaksimalkan keuntungan sekaligus memperbaiki distribusi kerja. Temuan penelitian ini secara langsung menjawab kesenjangan tersebut dengan memberikan model penugasan yang terukur, objektif, dan bebas bias preferensi individu. sejalan dengan prinsip optimasi penugasan yang juga ditunjukkan dalam studi Harini (2017) serta Pratama dan Kurniawan (2020) bahwa metode Hungarian efektif memaksimalkan produktivitas melalui struktur penugasan yang adil dan terstandar.

Proses reduksi baris dan kolom dalam algoritma Hungarian terbukti menyetarakan nilai antar rute, sehingga setiap penugasan ditentukan berdasarkan utilitas riil, bukan persepsi atau kebiasaan sopir. Langkah ini selaras dengan prinsip *assignment optimization* yang menekankan keseimbangan alokasi sumber daya agar sistem berjalan efisien (Simajuntak, 2025; Rahman & Wahyudin, 2021). Dalam konteks operasional angkot, kesetaraan struktur data ini sangat penting karena kondisi lapangan menunjukkan adanya konsentrasi sopir pada rute tertentu, sementara rute lain kekurangan armada. Temuan ini konsisten dengan temuan Mardiani et al. (2020), yang menunjukkan bahwa algoritma Hungarian mampu menghilangkan bias penugasan dan memberikan distribusi kerja yang lebih proporsional. Temuan ini memperlihatkan bahwa tanpa optimasi, ketimpangan pendapatan antar sopir akan terus terjadi, sejalan dengan gambaran permasalahan pada pendahuluan.

Hasil penelitian yang menunjukkan peningkatan total keuntungan sopir sejalan dengan studi Harahap et al. (2025), yang membuktikan bahwa algoritma Hungarian efektif dalam meningkatkan efisiensi armada dan menurunkan waktu tunggu penumpang. Kesesuaian ini memperkuat bahwa metode Hungarian tidak hanya bekerja dalam konteks industri atau manufaktur, tetapi juga adaptif terhadap sektor transportasi publik yang dinamis seperti angkot Medan. Penerapan optimasi semacam ini penting bagi kota besar seperti Medan dengan jaringan lebih dari 100 rute dan *over-supply* angkot (Nababan et al., 2024), karena penugasan optimal dapat mengurangi kepadatan pada rute tertentu, memaksimalkan penggunaan armada, serta meningkatkan kenyamanan penumpang.

Lebih jauh, temuan penelitian ini juga relevan dengan konsep efisiensi transportasi yang dijelaskan oleh Kinanti dan Aprillia (2025), bahwa rute yang tidak optimal menyebabkan pemborosan waktu, bahan bakar, dan tenaga. Dengan menerapkan metode Hungarian sebagai model maksimasi, sistem dapat mengarahkan sopir ke rute yang memberikan keuntungan paling tinggi berdasarkan data aktual, sekaligus mengurangi praktik tidak efisien seperti ngetem, saling salip, atau mencari rute alternatif yang tidak resmi. Dengan demikian, optimasi tidak hanya berdampak pada produktivitas ekonomi, tetapi juga pada stabilitas operasional angkot.

Validasi hasil menggunakan perangkat lunak LINDO memperkuat bahwa solusi yang diperoleh memiliki akurasi matematis dan bukan sekadar hasil manipulasi matriks manual. Konsistensi nilai fungsi objektif antara perhitungan Hungarian dan LINDO menunjukkan bahwa model yang dibangun sudah tepat, sesuai dengan metode yang telah dijabarkan dalam penelitian ini. Hal ini sejalan dengan temuan Yasri et al. (2025) serta Riyanto dan Atmayani (2023) yang menegaskan bahwa LINDO mampu memberikan hasil optimal pada persoalan penugasan berbasis program linier.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa metode Hungarian merupakan pendekatan matematis yang efektif dan aplikatif untuk mengoptimalkan penugasan sopir angkot di Kota Medan. Metode ini tidak hanya meningkatkan keuntungan sopir, tetapi juga memperbaiki efisiensi trayek, mengurangi inefisiensi operasional, serta mendukung pengembangan sistem transportasi umum yang lebih berkelanjutan. Temuan ini sekaligus memberikan kontribusi ilmiah terhadap literatur optimasi transportasi di Indonesia, sebagaimana diangkat dalam studi Fortuna et al. (2024) dan Fadhillah (2021), yang menyoroti pentingnya inovasi algoritmik dalam pengelolaan mobilitas perkotaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa model Assignment Problem berbasis maksimasi dengan metode Hungarian efektif dalam mengoptimalkan penugasan sopir angkot pada berbagai rute di Kota Medan. Melalui proses reduksi baris-kolom, penutupan nol, dan validasi menggunakan LINDO, diperoleh konfigurasi penugasan yang mampu memaksimalkan pendapatan total sopir sekaligus mengurangi ketimpangan pendapatan antar rute. Optimasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja dan produktivitas sopir, tetapi juga mendukung pemerataan layanan transportasi serta perbaikan operasional angkot secara keseluruhan. Dengan demikian, metode Hungarian dapat direkomendasikan sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang strategis dalam pengelolaan transportasi publik di lingkungan perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadhillah, D. (2021). *Rasionalisasi angkutan Kota Medan rute Medan Amplas–Medan Labuhan Angkot Kota RMC 125 dengan metode optimasi load factor (Studi kasus)* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara]. <https://repository.umsu.ac.id/bitstream/123456789/16286/1/SKRIPSI%20DICKY%20FADILLAH-1.pdf>
- Fauzan, M., & Lubis, K. (2024). Pengaruh pergerakan angkutan umum terhadap kelancaran arus lalu lintas. *Jurnal Teknik Sipil UBL*, 15(1), 1–13. <https://jurnal.ubl.ac.id/index.php/JTS/article/download/3620/2719>
- Fauzi, M. (2021). Analisis jumlah kendaraan angkutan kota dengan metode HEADWAY DLLAJ dan BOK BEP di masa pandemi Covid-19. *Jurnal Teknik Industri*, 16(2), 85–92. <https://doi.org/10.14710/jati.16.2.85-92>
- Fortuna, E., Rahman, A., & Janudin. (2024). Analisis optimasi penugasan operator laboratorium pengujian dalam meningkatkan produktivitas kerja dengan menggunakan metode Hungarian. *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 6(2), 93–100. <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/JOTI>
- Harahap, L. M., Munawaroh, M., Dongoran, D., & Sani, M. (2025). Penjadwalan Armada Angkutan Umum di Medan dengan Metode Penugasan untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional. *BINTANG*, 7(1), 1-9. <https://doi.org/10.36088/bintang.v7i1.5675>
- Harini, D. (2017). Optimasi Penugasan Menggunakan Metode Hungarian. *Jurnal Intensif*, 1(2), 120–128. DOI: <https://doi.org/10.29407/intensif.v1i2.797>

- Kinanti, T., & Aprilia, R. (2025). Optimasi *Vehicle Routing Problem (VRP)* terhadap rute pengangkut sampah di Kota Medan dengan algoritma *Ant Colony Optimization*. *Mandalika Mathematics and Education Journal*, 7(3), 1271–1285. <http://dx.doi.org/10.29303/jm.v7i3.9787>
- Mardiani, S., Sari, F. L., Novita, C., Fanani, Z. A., & Afandhi, D. (2020). Penerapan Metode Hungarian dalam Optimasi Penugasan Karyawan CV. Paksi Teladan. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 1(1), 45–52. <https://jim.unindra.ac.id/index.php/baiet/article/view/270>
- Nababan, R., Simamora, A., & Avelina, M. (2024). Supir angkutan umum yang menjadi sumber daya manusia utama di Kota Medan. *Neraca Manajemen Ekonomi*, 10(7). <https://doi.org/10.8734/musyitari.v10i6.7213>
- Pratama, D. T., & Kurniawan, H. S. (2020). Optimasi masalah penugasan menggunakan metode Hungarian untuk meminimalkan waktu produksi. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 4(2), 77–86. <https://jim.unindra.ac.id/index.php/baiet/article/view/277>
- Putra, D. F., Rakhmawati, F., & Cipta, H. (2021). Penentuan rute transportasi kendaraan umum Kota Medan dengan menggunakan Nearest Neighbor Method dan Closed Insertion Method. *Zeta – Math Journal*, 6(2), 6–10. <https://doi.org/10.31102/zeta.2021.6.2.6-10>
- Rahman, N. L., & Wahyudin. (2021). Optimalisasi penugasan karyawan jasa ekspedisi menggunakan metode Hungarian (Studi kasus CV. Anteraja Cabang Mekarmukti). *Serambi Engineering*, 6(3), 2120–2127. <https://ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/3245/0>
- Riyanto, W., & Atmayani, I. A. (2023). Pemecahan masalah penugasan (*assignment problem*) melalui optimalisasi penugasan pejabat pengadaan pada pelaksanaan pengadaan langsung secara transaksional berdasarkan jenis pengadaan menggunakan metode Hungarian. *Jurnal Pengadaan Barang/Jasa (JPBJ)*, 2(1), 38–46. <https://doi.org/10.55961/jpbj.v4i1>
- Simajuntak, A. M. A. (2025). Optimasi penugasan menggunakan metode Hungarian maksimasi untuk meningkatkan efektivitas alokasi sumber daya (seimbang dan tidak seimbang). *Jurnal Penelitian Manajemen dan Inovasi Riset*, 3(5), 14–23. <https://doi.org/10.61132/lokawati.v3i5.2021>
- Yasri, B., Mawaddah Harefa, F., Fadila, M., Ananda, N., & Ginting, S. S. B. (2025). Penerapan Program Linier untuk Menyelesaikan Masalah Alokasi Sumber Daya Pada Persoalan Penugasan. *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 3(4), 82–88. DOI: <https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i4.620>