

Solusi Kombinatorik untuk Mahasiswa dalam Memilih Jalur Perjalanan Efisien Kampus ITB Jatinangor-Ganesha

Lukas Raja Agripa – 13523158¹
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
¹lukasraja27@gmail.com, 13523158@std.stei.itb.ac.id

Absktrak-Perjalanan antara Kampus ITB Jatinangor dan Ganesha menjadi bagian penting dalam rutinitas mahasiswa untuk berbagai keperluan akademik dan non-akademik. Dengan jarak sekitar 20–30 kilometer, pemilihan jalur dan moda transportasi yang efisien menjadi tantangan yang harus dihadapi, terutama mengingat keterbatasan waktu dan biaya yang dimiliki mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi sistematis menggunakan pendekatan kombinatorika, yang mengidentifikasi semua kemungkinan kombinasi jalur dan moda transportasi, serta memilih solusi terbaik berdasarkan kriteria efisiensi waktu dan biaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 18 kombinasi moda transportasi dan jalur yang memungkinkan. Jalur terbaik berdasarkan efisiensi gabungan adalah motor pribadi melalui jalur Ujungberung–Dago dengan waktu tempuh 31 menit dan biaya Rp5.300, sedangkan moda paling hemat biaya adalah bus shuttle ITB melalui tol dengan biaya Rp0. Pendekatan kombinatorika ini divalidasi menggunakan algoritma Dijkstra, yang memastikan hasil optimal dari ruang solusi yang dihasilkan. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi bagi mahasiswa ITB dalam memilih jalur perjalanan yang efisien dan membuka peluang untuk pengembangan sistem transportasi berbasis algoritma optimasi di masa depan.

Keywords—Kombinatorika, jalur perjalanan efisien, ITB Jatinangor-Ganesha, algoritma Dijkstra, efisiensi waktu, efisiensi biaya, optimasi transportasi.

I. PENDAHULUAN

Salah satu rutinitas yang dilakukan oleh mahasiswa, terkhususnya Institut Teknologi Bandung (ITB), baik untuk keperluan akademik dan non-akademik yaitu melakukan perjalanan antara kampus Jatinangor dan kampus Ganesha. Kampus tersebut yang terpisah sejauh 20 – 30-kilometer dengan berbagai transportasi yang tersedia seperti bus baik bus shuttle kampus maupun bus *damri*, kendaraan pribadi, dan kereta api, membuat mahasiswa harus pintar dalam memilih jalur perjalanan yang paling efisien dari segi waktu, biaya, dan kenyamanan. Meskipun begitu, faktanya mahasiswa masih kesulitan dalam menentukan pilihannya secara cepat dan cermat.

Terdengar sepele, namun pemilihan jalur perjalanan yang tepat adalah penting, mengingat waktu yang digunakan dan keuangan yang dimiliki oleh mahasiswa saat ini adalah sangat terbatas. Dengan kondisi lalu lintas yang seringkali macet di waktu tertentu atau terbatasnya pilihan transportasi pada jam – jam tertentu, maka mahasiswa saat itu, terpaksa memilih keputusan yang mengakibatkan pemborosan waktu dan biaya. Maka dari itu, diperlukan pendekatan yang lebih sistematis dan

efisien untuk membantu mahasiswa dalam memilih jalur transportasi yang optimal di saat waktu tertentu.

Pendekatan yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan menggunakan kombinatorika, salah satu subbab dari mata kuliah Matematika Diskrit. Kombinatorika merupakan cabang ilmu matematika yang menghitung berapa banyak cara dan kemungkinan dalam pemilihan objek, dalam konteks ini adalah jalur. Sehingga, dengan teori kombinatorika ini dapat menghitung semua kemungkinan jalur yang dapat diambil oleh mahasiswa dan kemudian memilih jalur yang paling efisien berdasarkan kriteria yang relevan seperti waktu perjalanan dan biaya yang dikeluarkan. Metode yang digunakan melibatkan prinsip dasar permutasi dan kombinasi serta penerapan algoritma optimasi yang bertujuan untuk menentukan jalur yang paling efisien.

Penelitian ini dapat diaplikasikan pada perjalanan lainnya, baik kota Bandung atau kota – kota lainnya. Solusi yang diberikan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi perjalanan mahasiswa, serta menjadi dasar untuk pengembangan sistem transportasi yang lebih efisien di masa depan.

II. LANDASAN TEORI

A. Kombinatorika

Kombinatorika adalah cabang ilmu matematika yang mempelajari cara mengatur elemen dalam suatu himpunan. Ini berfokus pada bagaimana cara untuk dikombinasikan atau diurutkan berdasarkan aturan tertentu.

- Permutasi

Permutasi adalah bagaimana susunan elemen-elemennya diperhatikan. Jika n adalah jumlah elemen, dan r adalah jumlah elemen r yang dipilih, jumlah permutasi dapat dihitung dengan

$$P(n, r) = \frac{n!}{(n - r)!}$$

Contoh: Misalkan terdapat 3 pilihan transportasi dari A ke B, yaitu motor, mobil, dan kereta, maka urutan perjalanan (urutan tiap pilihan yang diambil dianggap berbeda) $P(3,3) = 6$ cara

- Kombinasi

Kombinasi adalah bagaimana susunan elemen-elemennya tidak diperhatikan, sehingga apabila urutannya berbeda namun elemen sama, maka tidak akan dihitung terpisah.

$$C(n, r) = \frac{n!}{r!(n - r)!}$$

Contoh: dari kota A ke B, banyaknya cara untuk memilih 2 transportasi ((motor, mobil) dan (mobil, motor) dianggap sama) adalah $C(3,2) = 3$ cara

B. Teori Graf

Graf merupakan struktur matematika yang terdiri dari simpul (nodes) dan sisi (edges) yang menjelaskan hubungan antar elemen, dalam penelitian yang akan dibahas disini graf merupakan permodelan dari jaringan transportasi.

1. Simpul menandakan lokasi perjalanan
2. Sisi menandakan koneksi antar lokasi
3. Bobot sebagai waktu dan biaya yang dibutuhkan

Berdasarkan (West,2000), Graf sering digunakan dalam algoritma optimasi seperti algoritma Dijkstra, yang membantu untuk menemukan rute yang efisien berdasarkan waktu.

C. Teori Optimasi

Teori Optimasi merupakan proses mencari solusi yang terbaik dari sejumlah kemungkinan berdasarkan kriteria tertentu.

Adapun beberapa unsur utama dalam optimasi yaitu sebagai berikut:

1. Fungsi Objektif: Tujuan yang ingin dicapai, misalkan waktu perjalanan minimal
2. Variabel Keputusan: Pengaturan pilihan, seperti transportasi dan jalur yang dipilih
3. Kendala: Batasan – batasan yang harus dipenuhi, seperti biaya atau waktu tertentu

Pada bagian ini apabila difokuskan kepada perhitungan jalur perjalanan antara Kampus ITB Jatinangor dan Ganesha, dimana membantu menyelesaikan masalah kombinatorika secara efisien, terutama dalam skenario dengan banyak kemungkinan jalur. Salah satu Algoritma yang berkaitan erat dengan makalah ini yaitu Algoritma Dijkstra.

Algoritma ini dapat mencari jalur terpendek berdasarkan graf berbobot secara efisien berdasarkan bobot tertentu, seperti waktu perjalanan atau biaya.

Langkah-langkah Algoritma Dijkstra

- a. Tetapkan titik awal dengan nilai jarak nol, sementara semua titik lainnya memiliki nilai jarak tak hingga.
- b. Pilih titik dengan jarak terkecil yang belum dikunjungi.
- c. Perbarui jarak semua tetangganya berdasarkan bobot sisi.
- d. Tandai titik tersebut sebagai telah dikunjungi.
- e. Ulangi hingga semua titik telah dikunjungi atau jalur terpendek ditemukan.

III. PERHITUNGAN

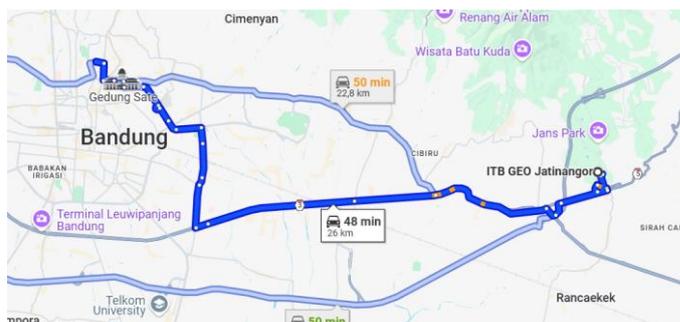
3.1. Penyesuaian Pilihan Rute dan Transportasi

Rute yang digunakan dalam penelitian ini terdapat melalui tol dan non tol. Rute non tol yang diujikan yaitu melalui jalan Nasional dan jalan Ujungberung dengan transportasi lebih lengkapnya adalah sebagai berikut:

Jenis Rute	Jalur	Waktu tempuh	Jarak	Biaya operasional jalan
Tol	Padaleunyi - Cileunyi	1 jam 11 menit	31 kilometer	Rp10.500,00 (untuk transportasi pribadi)

				Rp0 (untuk bus)
Non Tol	Jalan Nasional - Dago	36 menit	24.7 kilometer	-
	Jalan Ujungberung - Dago	31 menit	21.2 kilometer	-

Catatan : Perlu diperhatikan bahwa data diatas dapat berubah setiap waktunya karena berbagai faktor. Diambil per 1/1/2025 22.15 WIB



Gambar 3.1 Jarak dan Waktu Tempuh antara Kampus ITB Jatinangor – Ganesha (Sifat dapat berubah ubah setiap waktu, menjadi keterbatasan dalam penelitian, per 8/1/2025 20.30 WIB)

Transportasi	Tol	Non tol	Keterangan
Motor pribadi	Tidak	Ya	Motor tidak dapat melalui tol
Mobil pribadi	Ya	Ya	Mobil dapat melalui tol maupun non tol
Bis Damri	Ya	Tidak	Bis Damri hanya melalui tol
Bis Shuttle ITB	Ya	Tidak	Bis Shuttle hanya melalui tol
Ojek motor	Tidak	Ya	Motor tidak dapat melalui tol
Ojek mobil	Ya	Ya	Mobil dapat melalui tol maupun non tol

3.2. Perhitungan bensin dan biaya pelayanan

Adalah tidak mungkin untuk melakukan perhitungan 1 kali biaya bensin dalam tiap perjalanan, maka dari itu biaya bensin dihitung berdasarkan konsumsi bahan bakar kendaraan per kilometer, dengan asumsi bahan bakar tidak langsung habis untuk satu perjalanan.

Rumus dasar:

Biaya bensin (Rp)

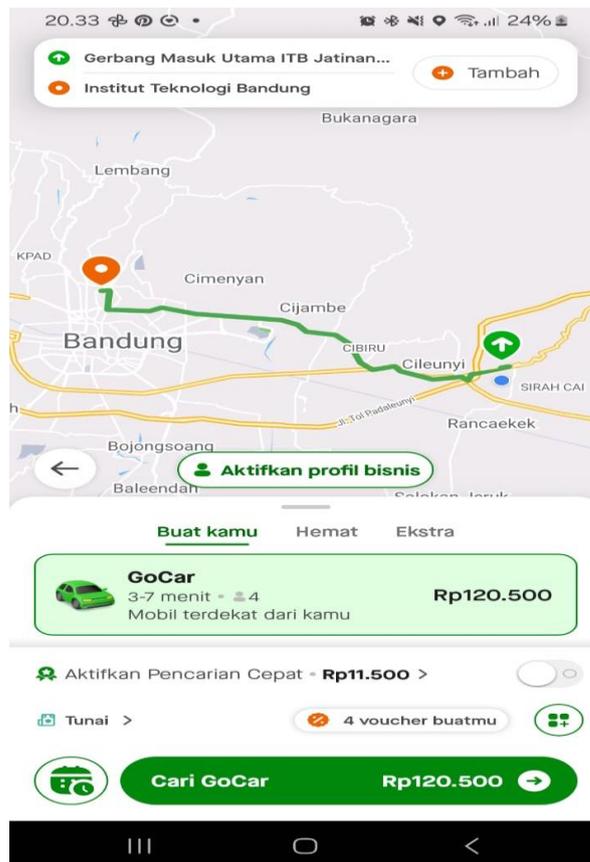
$$= \frac{\text{Jarak Perjalanan (km)}}{\text{Efisiensi Kendaraan (km/l)}} \times \text{Harga BBM per liter}$$

Dengan efisiensi kendaraan adalah sebagai berikut:

- Motor: 40 km
- Mobil: 12 km/l
- Bus: 5 km/l

Anggap bahwa biaya BBM per liternya adalah Rp10.000,00, sedangkan biaya pelayanan dari ojek adalah Rp61.000 untuk motor dan Rp124.000 untuk mobil dan bus damri serta Rp0- untuk bis shuttle. Pada bus damri, oleh karena diturunkan tidak pada tujuan, maka diasumsikan naik ojek motor dengan biaya pelayanan tambahan Rp13.000, maka dapat ditentukan biaya bensin dan pelayanan tiap transportasi adalah sebagai berikut:

Transportasi	Jalur	Biaya bensin	Biaya pelayanan
Motor pribadi	Jalan Nasional – Dago	Rp6200,00	-
	Jalan Ujungberung – Dago	Rp5300,00	-
Mobil pribadi	Tol	Rp25800,00	-
	Jalan Nasional – Dago	Rp20600,00	-
	Jalan Ujungberung – Dago	RP17700,00	-
Bus shuttle	Tol	-	-
Bus damri	Tol	-	Rp5000,00 (+13.000,00) = Rp18.000,00
Ojek mobil	Tol	-	Rp124.000,00
	Jalan Nasional - Dago	-	Rp124.000,00
	Jalan Ujungberung – Dago	-	Rp124.000,00
Ojek motor	Jalan Nasional – Dago	-	Rp61.000,00
	Jalan Ujungberung – Dago	-	Rp61.000,00



Gambar 3.2 : Biaya Ojek Mobil melalui jalan Ujungberung dari Aplikasi GOJEK (Sifat dapat berubah ubah setiap waktu, menjadi keterbatasan dalam penelitian, per 8/1/2025 20.30 WIB)

3.3. Biaya total

Melalui perhitungan 3.1 dan 3.2, maka dapat dijumlahkan menjadi sebagai berikut:

Transportasi	Jalur	Total biaya
Motor pribadi	Jalan Nasional – Dago	Rp6200,00
	Jalan Ujungberung – Dago	Rp5300,00
Mobil pribadi	Tol	Rp36300,00
	Jalan Nasional – Dago	Rp20600,00
	Jalan Ujungberung – Dago	RP17700,00
Bus shuttle	Tol	-
Bus damri	Tol	Rp18.000,00
Ojek mobil	Tol	Rp.124.000,00
	Jalan Nasional - Dago	Rp124.000,00
	Jalan Ujungberung	Rp124.000,00

	- Dago	
Ojek motor	Jalan Nasional – Dago	Rp61.000,00
	Jalan Ujungberung – Dago	Rp61.000,00

3.4. Perhitungan Kombinasi dan Efisiensi

Dalam bagian ini, kombinatorika digunakan untuk menghitung efisiensi waktu dan biaya untuk setiap pilihan transportasi dan rute jalur. Kombinatorika membantu memastikan bahwa semua kemungkinan kombinasi pilihan transportasi dan rute jalur diperhitungkan, sehingga menghasilkan solusi optimal berdasarkan kebutuhan manusia.

Langkah-langkah perhitungan:

- *Kombinasi Transportasi dan Rute:*

Kombinasi dilakukan untuk semua pilihan transportasi ($n = 6$) dan rute ($m = 3$). Total kombinasinya adalah

$$\text{Total Kombinasi} := C(n, 1) \times m = 6 \times 3 = 18$$

- *Efisiensi Waktu dan Biaya:*

Efisiensi Waktu (%):

$$\text{Efisiensi Waktu} := \frac{\text{Waktu Minimum}}{\text{Waktu Kombinasi}} \times 100$$

Efisiensi Biaya (%):

$$\text{Efisiensi Biaya} = \frac{(\text{Biaya Minimum})}{\text{Biaya Kombinasi}} \times 100$$

- *Efisiensi Gabungan: Gabungan efisiensi dihitung menggunakan Teorema Binomial:*

$$E_{\text{gabungan}} = \binom{2}{0} a^2 + \binom{2}{1} ab + \binom{2}{2} b^2$$

Dimana $a = \text{efisiensi waktu}$, $b = \text{efisiensi biaya}$.

- *Probabilitas Kombinasi: Probabilitas dihitung menggunakan distribusi multinomial:*

$$P(E_i) = \frac{(\text{Efisiensi Gabungan Kombinasi})}{\text{Total Efisiensi Semua Kombinasi}}$$

Contoh Perhitungan:

a. Motor Pribadi (Jalan Nasional – Dago)

Efisiensi Waktu:

- Waktu minimum: 31 menit
- Waktu motor pribadi via Jalan Nasional – Dago: 36 menit

$$\text{Efisiensi Waktu} = \frac{31}{36} \times 100 = 86.11\%$$

Efisiensi Biaya:

- Biaya minimum: Rp6.200,00
- Biaya motor pribadi via Jalan Nasional – Dago: Rp6.200,00

$$\text{Efisiensi Biaya} = \frac{6200}{6200} \times 100 = 100\%$$

Efisiensi gabungan:

- Dengan Teorema Binomial

$$E_{\text{gabungan}} = \binom{2}{0} 86.11^2 + \binom{2}{1} 86.11 \times 100 +$$

$$\binom{2}{2} 100^2 = 186.1 \%$$

Probabilitas Kombinasi:

$$P(E_i) = \frac{186.1}{2800} \times 100 \approx 6.65 \%$$

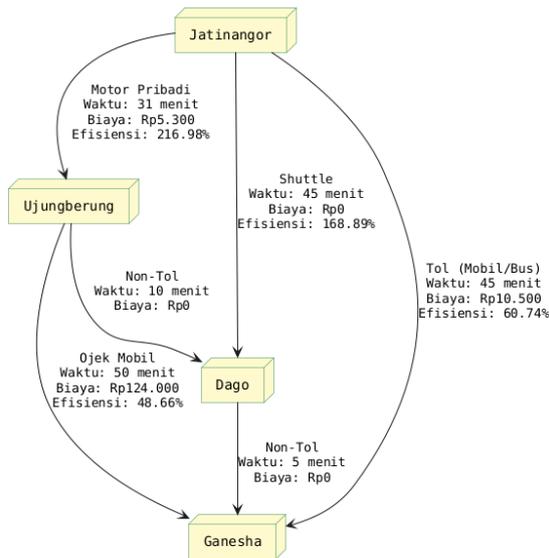
Dan selanjutnya dengan cara yang sama, hasil ditampilkan dalam tabel berikut

Transportasi	Jalur	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)	Efisiensi Gabungan (%)	Probabilitas Kombinasi (%)
Motor pribadi	Jalan Nasional – Dago	86.11	100.00	186.10	6.65
	Jalan Ujungberung – Dago	100.00	116.98	216.98	15.38
Mobil pribadi	Tol	43.66	17.08	60.74	4.31
	Jalan Nasional – Dago	86.11	30.10	116.21	8.31
	Jalan Ujungberung – Dago	100.00	34.97	134.97	9.79
Bus shuttle	Tol	68.69	100.00	168.89	12.71
Bus damri	Tol	41.33	34.44	75.77	2.79
Ojek mobil	Tol	43.66	5.00	48.66	1.79
	Jalan Nasional - Dago	86.11	5.00	91.11	3.35
	Jalan Ujungberung – Dago	100.00	5.00	105.00	3.86
Ojek motor	Jalan Nasional – Dago	86.11	10.16	96.27	3.61
	Jalan Ujungberung – Dago	100.00	10.16	110.16	4.13

3.5. Representasi Penjelasan

Berikut ini untuk memperjelas visualisasi data yang diuji dan didapatkan setelah perhitungan

Graf Representasi Jalur ITB Jatinangor - Ganesha



Transportasi	Waktu (menit)	Biaya (Rp)	Efisiensi (%)
Motor Pribadi via Ujungberung-Dago	31	5.300	216.98
Shuttle ITB via Tol	45	0	168.89
Mobil via Tol	45	10.500	60.74
Ojek Mobil via Tol	50	124.000	48.66

Gambar 3.5.1 : Representasi Penjelas

3.6. Pembahasan Kombinasi dengan Probabilitas Tertinggi dan Pilihan dengan Efisiensi Tertinggi

1. Kombinasi dengan Probabilitas Tertinggi

Kombinasi dengan probabilitas tertinggi adalah moda transportasi dan rute yang memiliki efisiensi gabungan terbaik (gabungan efisiensi waktu dan biaya). Probabilitas ini dihitung sebagai kontribusi efisiensi gabungan dari kombinasi tertentu dibandingkan total efisiensi semua kombinasi.

Maknanya:

Kombinasi dengan probabilitas tertinggi adalah pilihan optimal yang seimbang antara waktu dan biaya. Dalam tabel, Motor Pribadi via Jalan Ujungberung – Dago memiliki probabilitas tertinggi (15.38%), sehingga ini adalah moda dan rute terbaik.

2. Pilihan Transportasi dan Rute dengan Efisiensi Tertinggi

Pilihan dan rute dengan efisiensi tertinggi adalah pilihan yang mendekati waktu tercepat atau biaya terendah, tetapi mungkin tidak seimbang untuk keduanya. Contoh: Bus Shuttle via Tol efisiensi gabungan tinggi (168.89%) karena biaya Rp0, tetapi waktu perjalanan (45 menit) lebih lambat dibanding kendaraan pribadi.

Maknanya:

Moda ini cocok bagi mahasiswa yang lebih mengutamakan hemat biaya dibanding waktu perjalanan.

3.7. Pembahasan Kombinasi dengan Probabilitas Tertinggi dan Pilihan dengan Efisiensi Tertinggi

Berdasarkan hasil tabel, berikut adalah rekomendasi yang jelas untuk memilih kendaraan dan jalur terbaik:

1. Rekomendasi Utama: Motor Pribadi via Jalan Ujungberung – Dago

- Kenapa?
 - Efisiensi Gabungan Tertinggi: 216.98%.

- Waktu tercepat: 31 menit.
- Biaya rendah: Rp5.300.
- Cocok untuk:
 - Mahasiswa yang menginginkan waktu tercepat dan hemat biaya.

2. Alternatif Hemat Biaya: Bus Shuttle via Tol

- Kenapa?
 - Biaya: Rp0.
 - Efisiensi Gabungan Tinggi: 168.89%.
- Cocok untuk:
 - Mahasiswa yang tidak keberatan dengan waktu perjalanan lebih lambat (45 menit) demi menghemat biaya.

3. Kombinasi yang Kurang Disarankan

- Ojek Mobil via Tol:
 - Efisiensi Gabungan Rendah: 48.66%.
 - Biaya tinggi: Rp124.000.
 - Waktu perjalanan lambat: 71 menit.
- Kenapa Tidak Disarankan?
 - Biaya sangat tinggi tanpa keunggulan waktu.

3.7. Pembuktian dengan Algoritma Dijkstra

Pendekatan kombinatorika yang digunakan dalam penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran menyeluruh tentang semua kemungkinan kombinasi jalur, tetapi juga dapat dibuktikan melalui penerapan algoritma Dijkstra. Kombinatorika menghitung jumlah kemungkinan solusi, sedangkan Dijkstra menunjukkan bahwa solusi optimal yang dihasilkan sesuai dengan hasil perhitungan tersebut.

i. Jumlah kombinasi Jalur (Kombinatorika):

Kombinatorika menghitung bahwa terdapat $C(n, 1) \times m$ kombinasi di mana n adalah jumlah pilihan transportasi, dan m adalah jumlah rute yang tersedia.

Dalam kasus ini, dengan $n = 6$ pilihan dan $m = 3$ jalur, diperoleh

$$C(6,1) \times 3 = 18$$

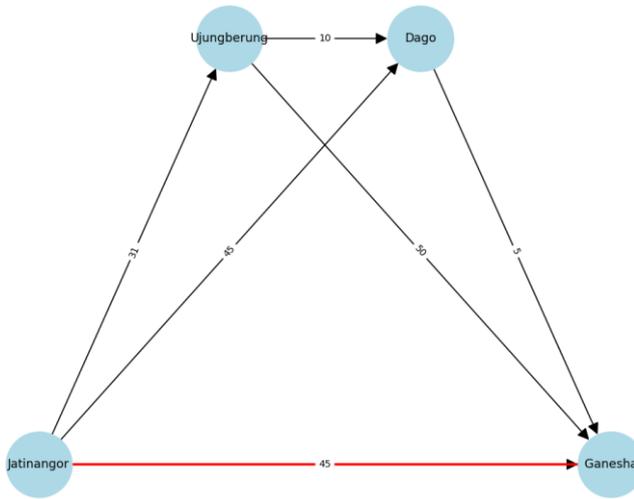
Kombinasi ini mencakup semua jalur dan pilihan alternatif transportasi yang dapat diambil mahasiswa

ii. Implementasi Algoritma Dijkstra

Untuk memvalidasi hasil kombinatorika, algoritma Dijkstra diterapkan pada graf berbobot. Graf merepresentasikan simpul (nodes) sebagai lokasi utama, sedangkan sisi (edges) merepresentasikan jalur transportasi dengan bobot berupa waktu perjalanan dalam menit.

Algoritma Dijkstra menghasilkan jalur optimal:

Jatinangor → Ujungberung → Dago → Ganesha
 Jalur ini memiliki waktu tempuh total 46 menit, yang merupakan solusi terbaik berdasarkan kriteria waktu.



Gambar 3.7.1 Graf Representasi Jalur ITB Jatinangor – Ganesha dengan Jalur Optimal (Algoritma Dijkstra)

Dari graf diatas, akan didapatkan hasil yang konsisten. Algoritma Dijkstra memberikan hasil jalur optimal yang konsisten dengan solusi yang diperoleh dari kombinatorika, membuktikan bahwa pendekatan kombinatorika tidak hanya teoretis tetapi juga dapat diaplikasikan secara praktis.

Untuk membantu pembaca memahami implementasi algoritma Dijkstra, kode Python yang digunakan disertakan berikut ini

```
import networkx as nx

# Skrip Jalur Terpendek
G = nx.DiGraph()
edges = [
    ("Jatinangor", "Ujungberung", 31),
    ("Ujungberung", "Dago", 10),
    ("Dago", "Ganesha", 5),
    ("Jatinangor", "Ganesha", 45),
    ("Jatinangor", "Dago", 45),
    ("Ujungberung", "Ganesha", 50),
]
G.add_weighted_edges_from(edges)

# Jalur terpendek berdasarkan waktu
shortest_path = nx.shortest_path(G, source="Jatinangor", target="Ganesha", weight="weight")
shortest_path_length = nx.shortest_path_length(G, source="Jatinangor", target="Ganesha", weight="weight")

print("Jalur Terpendek:", shortest_path)
print("Waktu Total:", shortest_path_length, "menit")
```

Gambar 3.7.2 : Skrip Jalur Terpendek

```
# Visualisasi Graf dengan Machine Learning
import matplotlib.pyplot as plt

positions = {
    "Jatinangor": (0, 0),
    "Ujungberung": (2, 2),
    "Dago": (4, 2),
    "Ganesha": (6, 0),
}

# Gambar graf
plt.figure(figsize=(8, 6))
nx.draw(G, pos=positions, with_labels=True, node_size=3000, node_color="lightblue", font_size=10, arrowsize=10)

# Sorot jalur terpendek
path_edges = list(zip(shortest_path, shortest_path[1:]))
nx.draw_networkx_edges(G, pos=positions, edgelist=path_edges, edge_color="red", width=2)

# Tambahkan label bobot
edge_labels = nx.get_edge_attributes(G, "weight")
nx.draw_networkx_edge_labels(G, pos=positions, edge_labels=edge_labels, font_size=8)

plt.title("Graf Jalur Perjalanan dan Jalur Terpendek (Dijkstra)")
plt.show()
```

Gambar 3.7.3 : Visualisasi Graf dengan Machine Learning

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dalam penelitian ini, terdapat 18 kombinasi jalur dan moda transportasi antara Kampus ITB Jatinangor dan Ganesha yang dianalisis menggunakan

pendekatan kombinatorika. Dari hasil perhitungan, moda transportasi dengan efisiensi waktu tertinggi adalah motor pribadi melalui jalur Ujungberung–Dago dengan waktu tempuh 31 menit, sedangkan moda dengan biaya paling hemat adalah bus shuttle ITB melalui tol yang tidak memerlukan biaya perjalanan langsung (Rp0). Kombinasi terbaik berdasarkan efisiensi gabungan waktu dan biaya adalah motor pribadi melalui jalur Ujungberung–Dago dengan efisiensi gabungan sebesar 216.98%.

Pendekatan kombinatorika telah dibuktikan secara matematis dan divalidasi menggunakan algoritma Dijkstra. Algoritma ini mendukung penentuan jalur optimal dengan memilih solusi terbaik dari ruang solusi yang dihitung melalui kombinatorika. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan kombinatorika dapat diterapkan untuk membantu mahasiswa menentukan jalur perjalanan yang efisien dengan mempertimbangkan kriteria waktu dan biaya.

Namun, analisis ini memiliki keterbatasan karena belum mempertimbangkan faktor dinamis seperti kondisi lalu lintas, cuaca, atau preferensi kenyamanan. Meski begitu, pendekatan ini memberikan manfaat signifikan, baik sebagai alat bantu pengambilan keputusan maupun dasar untuk pengembangan sistem transportasi berbasis algoritma optimasi yang lebih kompleks di masa depan.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa telah menuntun dari awal hingga akhir mata kuliah Matematika Diskrit ini. Terima kasih kepada Bapak Arrival Dwi Sentosa, S.Kom., M.T, selaku dosen pengampu mata kuliah IF2123 Matematika Diskrit di semester ini

VII. REFERENSI

- [1] Simbolon, A. B., Artika, D. A., & Sitanggang, Y. C. (2025). Implementasi Algoritma Dijkstra dalam Menganalisis Rute Terpendek. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik ITN*.
- [2] Rosen, K. H. (2019). *Discrete Mathematics and Its Applications (8th Edition)*. McGraw-Hill Education.
- [3] Graham, R. L., Knuth, D. E., & Patashnik, O. (1994). *Concrete Mathematics: A Foundation for Computer Science*.
- [4] Brualdi, R. A. (2010). *Introductory Combinatorics*. Pearson.
- [5] West, D. B. (2000). *Introduction to Graph Theory*. Prentice Hall.
- [6] Diestel, R. (2017). *Graph Theory (5th ed.)*. Springer.
- [7] Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). *Convex Optimization*. Cambridge University Press.
- [8] Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms (3rd ed.)*. MIT Press.
- [9] *ITB Shuttle Service Website*. (2023). Informasi layanan bus shuttle kampus ITB. Retrieved from <https://shuttle.itb.ac.id>
- [10] Das, G. & Ghosh, J. (2010). *Combinatorial Optimization and Graph Algorithms*. Springer.

VIII. PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 6 Januari 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Lukas Raja Agripa', written in a cursive style. The signature is positioned above a horizontal line.

Lukas Raja Agripa - 13523158