



## Penerapan Vektor pada Penentuan Jalur Terpendek dalam Sistem Navigasi GPS

Risa Triyani<sup>1</sup>, Agung Atra Perkasa<sup>2</sup>, Ilham Pratama<sup>3</sup>, Neza Syafitri<sup>4</sup>, Jesika Agustina Purba<sup>5</sup>, Tri Andri Hutapea<sup>6</sup>

<sup>1-6</sup>Universitas Negeri Medan, Indonesia

Email: [risatriyani2109@gmail.com](mailto:risatriyani2109@gmail.com)<sup>1</sup>, [agungatraperkasa1408@gmail.com](mailto:agungatraperkasa1408@gmail.com)<sup>2</sup>, [ilhampratamaaaa595@gmail.com](mailto:ilhampratamaaaa595@gmail.com)<sup>3</sup>, [nezasyafitri34@gmail.com](mailto:nezasyafitri34@gmail.com)<sup>4</sup>, [jesikapurba383@gmail.com](mailto:jesikapurba383@gmail.com)<sup>5</sup>, [triandrihutapea@unimed.ac.id](mailto:triandrihutapea@unimed.ac.id)<sup>6</sup>

### Abstract

*This study aims to analyze the application of vector concepts in determining the shortest route in the Global Positioning System (GPS) navigation system. The method used is quantitative research with a mathematical analysis approach. The research data consists of latitude and longitude coordinates obtained from Google Maps for the travel route from Merdeka Square in Medan to the State University of Medan, with several alternative routes. The data were analyzed using vector concepts and the Euclidean Distance method, and processed with the help of RStudio software for route calculation and visualization. The results show that each route has a different displacement vector, resulting in different distance values. The main route (A–D) has an Euclidean distance value of 0.04359506, which is smaller than the first alternative route (A–B–D) at 0.04626769 and the second alternative route (A–C–D) at 0.0447332. These results indicate that a direct route provides more efficient displacement compared to a route passing through an intermediate point. Additionally, the analysis results align with the travel time estimates obtained from Google Maps. Thus, the concept of vectors can be effectively used to represent the direction and magnitude of displacement and to help determine the shortest route in a GPS navigation system.*

**Keywords:** Vector, GPS, Shortest Path, Euclidean Distance, Navigation System.

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan konsep vektor dalam menentukan jalur terpendek pada sistem navigasi Global Positioning System (GPS). Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan analisis matematis. Data penelitian berupa koordinat latitude dan longitude yang diperoleh dari Google Maps pada rute perjalanan dari Lapangan Merdeka Medan menuju Universitas Negeri Medan dengan beberapa alternatif lintasan. Data dianalisis menggunakan konsep vektor dan metode Euclidean Distance, serta diolah dengan bantuan perangkat lunak RStudio untuk perhitungan dan visualisasi lintasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap lintasan memiliki vektor perpindahan yang berbeda sehingga menghasilkan nilai jarak yang berbeda pula. Jalur utama (A–D) memiliki nilai jarak Euclidean sebesar 0,04359506, lebih kecil dibandingkan jalur alternatif pertama (A–B–D) sebesar 0,04626769 dan jalur alternatif kedua (A–C–D) sebesar 0,0447332. Hasil tersebut menunjukkan bahwa lintasan langsung memberikan perpindahan yang lebih

efisien dibandingkan lintasan yang melalui titik perantara. Selain itu, hasil analisis menunjukkan kesesuaian dengan estimasi waktu tempuh yang diperoleh dari Google Maps. Dengan demikian, konsep vektor dapat digunakan secara efektif untuk merepresentasikan arah dan besar perpindahan serta membantu menentukan jalur terpendek dalam sistem navigasi GPS.

**Kata kunci:** Vektor, GPS, Jalur Terpendek, Jarak Euclidean, Sistem Navigasi.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi navigasi berbasis GPS telah memberikan kemudahan bagi manusia dalam menentukan posisi dan arah perjalanan secara real-time (Pratama et al., 2024). Sistem navigasi modern tidak hanya berfungsi menunjukkan lokasi pengguna, tetapi juga membantu menentukan rute perjalanan yang lebih efisien. Dalam penggunaannya, sering terdapat beberapa alternatif jalur dengan kondisi jarak dan waktu tempuh yang berbeda-beda. Pemilihan rute yang kurang tepat dapat menyebabkan perjalanan menjadi lebih lama, meningkatkan konsumsi bahan bakar, serta mengurangi efisiensi mobilitas. Oleh karena itu, penentuan jalur terpendek menjadi salah satu aspek penting dalam sistem navigasi GPS modern (Fatika et al., 2025).

Permasalahan penentuan jalur terpendek berkaitan dengan proses pencarian lintasan optimal dari satu titik menuju titik tujuan tertentu. Pada sistem navigasi GPS, setiap lokasi direpresentasikan dalam bentuk koordinat yang saling terhubung melalui berbagai jalur perjalanan. Hubungan antar lokasi tersebut dapat dimodelkan dalam bentuk graf yang terdiri atas simpul dan sisi berbobot, di mana bobot menyatakan jarak atau biaya perjalanan (Darmawan & Ghaniy, 2018). Dengan adanya representasi tersebut, sistem navigasi dapat membandingkan berbagai kemungkinan rute untuk menentukan lintasan dengan jarak minimum sehingga perjalanan menjadi lebih efektif dan efisien.

Dalam proses penentuan jalur, konsep matematika memiliki peranan penting, terutama konsep vektor dan koordinat. Vektor digunakan untuk merepresentasikan arah, posisi, dan perpindahan suatu objek dari satu titik ke titik lainnya berdasarkan koordinat tertentu. Pada sistem navigasi GPS, informasi posisi pengguna dan arah perjalanan dinyatakan dalam bentuk koordinat yang kemudian diolah menjadi lintasan perjalanan. Melalui representasi vektor, sistem navigasi dapat menghitung arah perpindahan serta jarak antar lokasi secara lebih sistematis dan terukur (Elghamrawy et al., 2020).

Penerapan konsep vektor dalam sistem navigasi GPS juga membantu meningkatkan ketepatan penentuan posisi dan lintasan perjalanan. Data koordinat yang diperoleh dari satelit GPS dapat diolah menjadi informasi arah dan jarak untuk menentukan rute perjalanan yang lebih optimal. Selain itu, penggunaan vektor memungkinkan sistem navigasi menganalisis perpindahan posisi antar titik secara lebih akurat sehingga pengguna dapat memperoleh jalur perjalanan yang lebih efisien dari segi waktu maupun jarak tempuh (Kusuma et al., 2019).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dipahami bahwa konsep vektor memiliki peranan penting dalam sistem navigasi GPS, khususnya dalam proses penentuan jalur terpendek. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji penerapan vektor pada penentuan jalur terpendek dalam sistem navigasi GPS sehingga dapat memberikan pemahaman mengenai hubungan antara konsep matematika dan teknologi navigasi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan analisis matematis. Penelitian dilakukan untuk menganalisis penerapan konsep vektor dalam menentukan jalur terpendek pada sistem navigasi GPS. Proses pengolahan data dibantu menggunakan RStudio sebagai media perhitungan dan visualisasi perpindahan antar lokasi. Objek

penelitian berupa rute perjalanan lokasi Lapangan Merdeka menuju Universitas Negeri Medan dengan beberapa alternatif lintasan yang diperoleh melalui data koordinat GPS dari Google Maps. Dalam penelitian ini, penerapan konsep vektor digunakan sebagai variabel bebas, sedangkan penentuan jalur terpendek pada sistem navigasi GPS menjadi variabel terikat. Penelitian ini juga memiliki hipotesis bahwa konsep vektor dapat digunakan untuk membantu menentukan jalur perjalanan yang lebih efisien dalam sistem navigasi GPS.

Data penelitian berupa koordinat latitude dan longitude dari titik awal, titik alternatif jalur, dan titik tujuan perjalanan. Koordinat tersebut diperoleh melalui Google Maps dan digunakan sebagai representasi posisi pada bidang dua dimensi untuk mempermudah analisis menggunakan operasi vector. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mencatat koordinat lokasi yang mewakili lintasan perjalanan, kemudian data tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan arah perpindahan dan jarak antar titik.

Tahapan penelitian dimulai dengan menentukan titik lokasi awal dan titik tujuan perjalanan, kemudian menetapkan beberapa alternatif jalur yang dapat dilalui. Selanjutnya dilakukan pembentukan vektor perpindahan berdasarkan selisih koordinat antar titik pada setiap lintasan. Besar vektor dihitung menggunakan rumus:

$$|v| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Sedangkan perhitungan jarak antar dua titik menggunakan rumus:

$$d = \sqrt{((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2)}$$

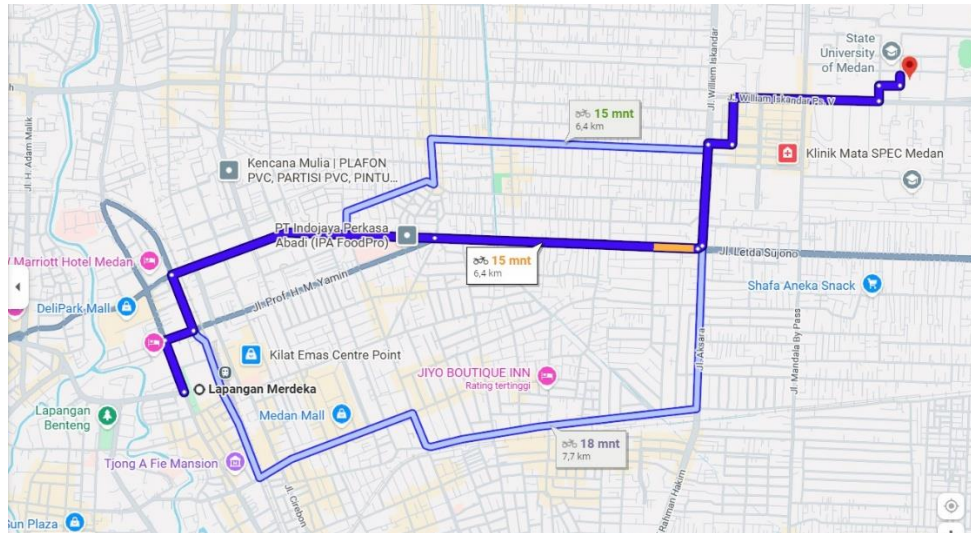
Perhitungan jarak dilakukan menggunakan RStudio untuk memperoleh nilai jarak pada setiap alternatif jalur. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan untuk menentukan jalur yang memiliki jarak paling pendek. Selain digunakan untuk perhitungan, RStudio juga dimanfaatkan untuk memvisualisasikan lintasan perjalanan sehingga hubungan antar titik dapat diamati dengan lebih jelas. Teknik analisis data dilakukan menggunakan konsep vektor dan jarak Euclidean untuk membandingkan beberapa alternatif lintasan perjalanan (Anton & Kaul, 2019). Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat ditentukan jalur yang paling efisien dalam sistem navigasi GPS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada rute perjalanan dari Lapangan Merdeka Medan menuju Universitas Negeri Medan. Data lokasi diperoleh melalui Google Maps dalam bentuk koordinat latitude dan longitude yang kemudian digunakan untuk menganalisis perpindahan menggunakan konsep vektor. Selain jalur utama, ditentukan dua jalur alternatif yang melewati titik tikungan berbeda sehingga dapat dibandingkan tingkat efisiensinya dalam mencapai lokasi tujuan.

Tabel 1. Koordinat Lokasi Penelitian

Titik	Lokasi	Latitude	Longitude
A	Lapangan Merdeka	3,59010	98,67774
B	Tikungan 1	3,59351	98,67726
C	Tikungan 2	3,59880	98,68671
D	Universitas Negeri Medan	3,60725	98,71782



Gambar 1. Lokasi Penelitian dan Alternatif Jalur Perjalanan

Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat tiga lintasan yang dianalisis yaitu jalur utama (A-D), jalur alternatif pertama (A-B-D), dan jalur alternatif kedua (A-C-D). Informasi waktu tempuh yang diperoleh dari Google Maps menunjukkan bahwa jalur utama dan jalur alternatif kedua memiliki estimasi waktu perjalanan selama 15 menit, sedangkan jalur alternatif pertama memerlukan waktu sekitar 18 menit.

Tabel 2. Perbandingan Waktu Tempuh Jalur Perjalanan

Jalur	Lintasan	Waktu Tempuh
1	Jalur Utama	15 menit
2	Jalur Alternatif 1	18 menit
3	Jalur Alternatif 2	15 menit

Untuk mengetahui jalur yang paling efisien secara matematis, koordinat latitude dan longitude setiap titik digunakan untuk membentuk vektor perpindahan berdasarkan selisih koordinat antar titik pada masing-masing lintasan.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Vektor Perpindahan

Lintasan	Vektor Perpindahan
A-D	(0,01715 ; 0,04008)
A-B	(0,00341 ; -0,00048)
B-D	(0,01374 ; 0,04056)
A-C	(0,00870 ; 0,00897)
C-D	(0,00845 ; 0,03111)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa setiap vektor perpindahan memiliki komponen perubahan latitude dan longitude yang berbeda. Perbedaan komponen tersebut menyebabkan panjang vektor pada setiap lintasan tidak sama. Untuk memperoleh jarak masing-masing jalur, perhitungan dilakukan menggunakan metode Euclidean Distance dengan bantuan perangkat lunak RStudio.

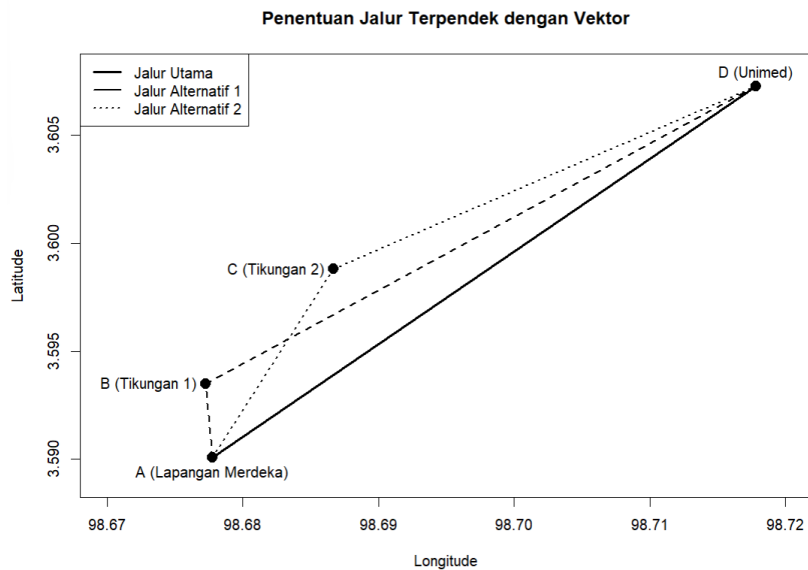
```
1 # Titik awal (Lapangan Merdeka)
2 A <- c(3.59010, 98.67774)
3
4 # Titik Tikungan 1
5 B <- c(3.59351, 98.67726)
6
7 # Titik Tikungan 2
8 C <- c(3.59880, 98.68671)
9
10 # Titik tujuan (Unimed)
11 D <- c(3.60725, 98.71782)
12
13 panjang <- function(v){
14   sqrt(sum(v^2))
15 }
16
17 # Jalur utama
18 AD <- D - A
19 jalur_utama <- panjang(AD)
20
21 # Jalur alternatif 1
22 AB <- B - A
23 BD <- D - B
24
25 jalur1 <- panjang(AB) + panjang(BD)
26
27 # Jalur alternatif 2
28 AC <- C - A
29 CD <- D - C
30
31 jalur2 <- panjang(AC) + panjang(CD)
32
33 cat("Panjang Jalur Utama =", jalur_utama, "\n")
34 cat("Panjang Jalur Alternatif 1 =", jalur1, "\n")
35 cat("Panjang Jalur Alternatif 2 =", jalur2, "\n")
```

Gambar 2. Sintaks Perhitungan Jarak Menggunakan RStudio

```
> cat("Panjang Jalur Utama =", jalur_utama, "\n")
Panjang Jalur Utama = 0.04359506
> cat("Panjang Jalur Alternatif 1 =", jalur1, "\n")
Panjang Jalur Alternatif 1 = 0.04626769
> cat("Panjang Jalur Alternatif 2 =", jalur2, "\n")
Panjang Jalur Alternatif 2 = 0.0447332
```

Gambar 3. Output Perhitungan Jarak pada RStudio

Selain digunakan untuk menghitung jarak, RStudio juga dimanfaatkan untuk memvisualisasikan lintasan perjalanan sehingga hubungan antar titik dapat diamati secara lebih jelas.



Gambar 4. Visualisasi Jalur Perjalanan Lapangan Merdeka-Universitas Negeri Medan

Visualisasi yang dihasilkan memperlihatkan bahwa setiap jalur memiliki pola lintasan yang berbeda. Jalur yang memiliki arah perpindahan lebih mendekati titik tujuan cenderung menghasilkan panjang lintasan yang lebih kecil dibandingkan jalur yang mengalami penyimpangan arah lebih besar.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Jarak Setiap Jalur

Jalur	Nilai Jarak Euclidean
Jalur Utama (A-D)	0,04359506
Jalur Alternatif 1 (A-B-D)	0,04626769
Jalur Alternatif 2 (A-C-D)	0,0447332

Berdasarkan Tabel 4, jalur utama (A–D) menghasilkan nilai jarak Euclidean sebesar 0,04359506, yang merupakan nilai terkecil dibandingkan jalur alternatif pertama (A–B–D) sebesar 0,04626769 dan jalur alternatif kedua (A–C–D) sebesar 0,0447332. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa lintasan langsung dari titik A menuju titik D memiliki panjang perpindahan yang lebih pendek dibandingkan lintasan yang harus melewati titik perantara.

Hasil ini sejalan dengan konsep vektor yang menyatakan bahwa perpindahan langsung antara dua titik akan menghasilkan jarak minimum dibandingkan perpindahan yang melalui titik-titik lain. Oleh karena itu, jalur langsung (A–D) menghasilkan nilai jarak Euclidean terkecil dibandingkan lintasan yang melewati titik perantara. Selain itu, hasil perhitungan juga menunjukkan kesesuaian dengan estimasi waktu tempuh pada Google Maps, di mana jalur utama dan jalur alternatif kedua memiliki waktu perjalanan yang sama, yaitu 15 menit, sedangkan jalur alternatif pertama memerlukan waktu yang lebih lama, yaitu 18 menit. Namun, berdasarkan analisis matematis, jalur utama tetap menjadi lintasan yang paling efisien karena memiliki nilai jarak Euclidean terkecil.

Dengan demikian, penerapan konsep vektor mampu memberikan representasi matematis terhadap perpindahan antar lokasi serta membantu menentukan jalur terpendek dalam sistem navigasi GPS. Oleh karena itu, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa konsep vektor dapat digunakan untuk menentukan jalur perjalanan yang lebih efisien dapat diterima.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, konsep vektor dapat diterapkan untuk menganalisis perpindahan dan menentukan jalur terpendek dalam sistem navigasi GPS. Melalui data koordinat latitude dan longitude yang diperoleh dari Google Maps, setiap lintasan perjalanan dapat direpresentasikan dalam bentuk vektor perpindahan dan dianalisis menggunakan metode Euclidean Distance. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jalur utama dari Lapangan Merdeka menuju Universitas Negeri Medan (A–D) memiliki nilai jarak Euclidean terkecil, yaitu sebesar 0,04359506, dibandingkan jalur alternatif pertama (A–B–D) sebesar 0,04626769 dan jalur alternatif kedua (A–C–D) sebesar 0,0447332. Hal ini menunjukkan bahwa lintasan langsung menghasilkan perpindahan yang lebih efisien dibandingkan lintasan yang melewati titik perantara. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa konsep vektor mampu memberikan representasi matematis terhadap arah dan besar perpindahan antar lokasi. Perbedaan komponen vektor pada setiap lintasan menyebabkan perbedaan panjang lintasan yang diperoleh, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam membandingkan efisiensi beberapa alternatif jalur perjalanan. Hasil analisis juga menunjukkan kesesuaian dengan estimasi waktu tempuh dari Google Maps, di mana jalur yang memiliki nilai jarak Euclidean lebih kecil cenderung memberikan waktu perjalanan yang lebih efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anton, H., & Kaul, A. (2019). *Elementary Linear Algebra*. Wiley.
- Darmawan, R., & Ghaniy, R. (2018). Analisa dan Penerapan Algoritma Floyd Warshal Untuk Optimalisasi Jalur Berbasis GPS. *Jurnal Ilmiah Teknologi - Informasi Dan Sains (TeknoIS)*, 8(2), 67–78. <https://doi.org/10.36350/jbs.v8i2.16>
- Elghamrawy, H. Y. F., Tamazin, M., & Noureldin, A. (2020). Investigating the Benefits of Vector-Based GNSS Receivers for Autonomous Vehicles under Challenging Navigation Environments. *Signals*, 1(2), 121–137. <https://doi.org/10.3390/signals1020007>
- Fatika, S. N., Zawahri, M. A., Mahdi, A., Tazkia, H. N., Aisyah, R. N., & Nasution, A. O. (2025). Pengaruh Penggunaan Sistem Navigasi terhadap Efisiensi Perjalanan. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(2), 19459–19464. <https://doi.org/10.31004/jptam.v9i2.29362>
- Kusuma, E., Jefri, & Agung, H. (2019). Aplikasi Perhitungan Dan Visualisasi Jarak Terpendek Berdasarkan Data Coordinate Dengan Algoritma Dijkstra Dalam Kasus Pengantaran Barang Di Kawasan Jabodetabek. *Jurnal SISFOKOM*, 8(1), 14–23. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v8i1.587>
- Pratama, A., Situmorang, A. M., Sihombing, E. T., & Sriyanti, N. (2024). Review tentang Mekanisme Prosedur Kerja Berbagai Sistem Navigasi Satelit. *Jurnal Flight Attendant Kedirgantaraan : Jurnal Public Relation, Pelayanan, Pariwisata*, 6(1), 13–18. <https://doi.org/10.56521/attendant-dirgantara.v6i1.1122>