

## Analisis penerapan konsep matematika melalui perencanaan rute pendakian Gunung Budug Asu

Nila Agustin<sup>1</sup>, Era Dewi Kartika<sup>2\*</sup>, Vina Oktaria<sup>3</sup>, Nopem Kusumningtyas Sumitro<sup>4</sup>  
Progam Studi Pendidikan Matematika, Universitas Insan Budi Utomo, Kota Malang, Indonesia

---

### Article Info

**Article history:**

Received June 27, 2025  
Accepted December 8, 2025  
Published December 10, 2025

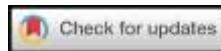
**Kata Kunci:**

Rute pendakian  
Pendakian gunung  
Penerapan konsep  
Perencanaan  
Gunung budug asu

---

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti konsep matematika yang berperan dalam perencanaan rute pendakian gunung. Menggunakan metode penelitian kualitatif, penelitian ini berfokus pada jarak kecepatan, waktu, elevasi, karakteristik medan dalam pendakian gunung. Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pendakian. Objek yang diteliti yaitu gunung budug asu, yang didapatkan pada hasil penelitian ditemukan bahwa rute yang memakan sedikit waktu pada rute pendakian adalah rute kiri, dengan waktu tempuh sebanyak 84 menit/1,24 jam. Sedangkan pada rute kanan lebih memakan banyak waktu dengan waktu tempuh sekitar 140 menit 2,20 jam. Kesimpulannya, penerapan konsep matematika membantu pendaki menentukan rute paling efisien dan relevan untuk keselamatan dan kenyamanan pendakian.



---

**Penulis Korespondensi:**

Era Dewi Kartika,  
Pendidikan Matematika,  
Universitas Insan Budi Utomo,  
Jl. Citandui, Blimbing, Malang.  
Email: [erfolgera@gmail.com](mailto:erfolgera@gmail.com)

---

### 1. PENDAHULUAN

Selain menuntut fisik, mendaki gunung merupakan aktivitas luar ruangan yang memerlukan persiapan yang matang demi keberhasilan dan keselamatan pendaki [1]. Salah satu aspek penting dalam persiapan tersebut adalah perencanaan rute pendakian yang efektif dan efisien. Dalam hal ini, penerapan konsep-konsep matematika menjadi sangat krusial, terutama dalam menentukan jarak, kecepatan, waktu tempuh, serta memperhitungkan karakteristik medan yang akan dilalui. Dengan pemahaman matematika yang baik, pendaki dapat membuat keputusan yang lebih bijak dalam memilih jalur pendakian yang sesuai dengan kemampuan, karena pendakian gunung merupakan aktifitas ekstrim yang melibatkan pemanjatan pada tebing, sehingga dapat dikatakan termasuk dalam olahraga yang cukup berbahaya. Meskipun minim pengalaman dan pengetahuan, banyak orang di Indonesia, negara dengan banyak gunung, menyukai olahraga ini. Persyaratan utama bagi pendaki adalah keahlian dan pengalaman mendaki; namun, meskipun memilikinya, sebagian besar pendaki hilang atau tersesat karena kurangnya media informasi tentang cara aman menuju puncak [2]. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi bagaimana matematika diaplikasikan dalam situasi konkret, guna memberikan gambaran bahwa matematika tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga kontekstual dan aplikatif.

Pemetaan dan analisis merupakan komponen penting dalam perancangan rute pendakian. Informasi mengenai ketinggian, kontur tanah, dan elemen geografis lainnya yang dapat memengaruhi jalur pendakian dapat ditemukan pada peta topografi [3]. Dalam hal ini, elevasi dan sudut lereng jalur yang dituju dapat ditentukan dengan menggunakan konsep geometri dan trigonometri. Pendaki dapat menggunakan rumus trigonometri untuk menghitung sudut lereng yang ideal dan menghindari jalur yang sangat curam, yang dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Bagi pendaki yang ingin mengatur perjalanan yang aman dan menghibur, pemahaman mengenai konsep-konsep ini sangatlah penting. Analisis data merupakan komponen penting dalam perancangan rute pendakian. Penting untuk memperhatikan pentingnya

mempersiapkan fisik dan perlengkapan dalam suatu aktivitas pendakian, karena kelelahan saat mendaki dapat memengaruhi pendakian. Oleh karena itu, sebaiknya persiapkan fisik dan checklist (daftar perlengkapan) sebelum memulai aktivitas. Namun, saat mendaki secara berkelompok, persiapan yang dilakukan adalah untuk kepentingan kelompok tersebut agar nantinya dapat terhindar dari hal-hal yang tidak diinginkan.

Kegiatan pendakian membutuhkan perencanaan yang matang, terutama dalam memilih rute yang akan ditempuh. Pemilihan rute tidak hanya bergantung pada pengalaman atau kebiasaan, tetapi juga dapat didasarkan pada pertimbangan logis dan matematis, seperti panjang rute, tingkat kemiringan medan, serta estimasi waktu tempuh. Oleh karena itu penentuan lintasan terpendek dilakukan dengan memanfaatkan peta yang telah tersedia [4]. Melalui pemilihan jalur paling optimal dan singkat dari titik keberangkatan menuju lokasi tujuan, sehingga dapat diperoleh estimasi waktu perjalanan serta urutan pengiriman yang harus dilakukan terlebih dahulu [5]. Gambaran yang lebih baik tentang kesulitan yang mungkin dihadapi dapat diperoleh dengan menganalisis data historis tentang cuaca, kondisi lintasan, dan pengalaman pendaki sebelumnya [6]. Pendaki dapat lebih siap menghadapi cuaca buruk atau kondisi lintasan yang menantang dengan memperkirakan kemungkinan menggunakan statistik dan probabilitas. Menerapkan ide matematika dalam situasi ini membantu dalam perencanaan rute dan meningkatkan pengambilan keputusan selama pendakian.

Penelitian ini secara operasional mendefinisikan penerapan Naismith's dalam perencanaan rute pendakian yang meliputi penggunaan perhitungan jarak, kecepatan, waktu tempuh, elevasi, dan sudut lereng, untuk menentukan rute paling efisien dan aman menuju puncak. Pendekatan ini menekankan analisis matematis yang mengintegrasikan variabel topografi dan kemampuan fisik pendaki demi mendapatkan estimasi waktu perjalanan yang akurat dalam konteks pendakian Gunung. Penelitian ini secara khusus mengeksplorasi bagaimana konsep matematika tersebut diterapkan dalam konteks pendakian Gunung. Naismith's Rule adalah rumus yang digunakan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu rute berjalan kaki. Pendaki gunung dan pemandu pertama kali menggunakan teori ini. William Naismith dari Skotlandia pada tahun 1892. Menurutnya, orang berjalan dengan kecepatan rata-rata 5 km/jam [7], dengan penyesuaian waktu tambahan berdasarkan kemiringan medan dan perubahan elevasi, sehingga rumus ini menjadi landasan penting dalam perencanaan perjalanan pejalan kaki dan pendaki gunung hingga saat ini .

Penelitian ini mengaplikasikan metode perhitungan waktu tempuh yang menggabungkan kecepatan horizontal dan vertikal pada dua jalur berbeda di Gunung Budug Asu. Dengan pendekatan ini, penelitian memberikan gambaran konkret mengenai pengaruh karakteristik medan terhadap efisiensi waktu tempuh pendakian. Untuk mempermudah perencanaan rute pendakian, diperlukan perhitungan jarak terpendek untuk memilih jalur terbaik [8], hal ini membantu dalam menentukan rute teraman dan tercepat dengan menggunakan informasi medan dan ketinggian yang tersedia. Penggunaan matematika dalam teknologi ini menjadi krusial untuk meningkatkan keselamatan dan menurunkan kemungkinan kecelakaan yang mungkin dialami pendaki, selain kebutuhan akan efisiensi waktu dan kompleksitas medan pendakian [9]. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem yang mampu menghitung lintasan terpendek dari lokasi awal menuju tujuan agar dapat memudahkan pencarian jalur tercepat dan paling optimal [10]. Oleh karena itu Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran matematika berbasis pengalaman nyata (kontekstual), sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya berpikir logis dan analitis dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi acuan bagi para pendaki atau pengelola jalur dalam merencanakan kegiatan pendakian yang lebih efisien dan aman melalui pemanfaatan prinsip-prinsip dasar matematika.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis atau membandingkan antara rute kanan dan kiri pada budug asu dengan menggunakan rumus matematika. Dengan tujuan mempermudah pemilihan jalur yang memakan waktu lebih singkat dan juga jarak tempuh lebih pendek.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi studi kasus yang dipadukan dengan teknik kualitatif deskriptif. Strategi ini diadopsi untuk menyelidiki secara menyeluruh cara-cara di mana ide-ide matematika digunakan untuk merencanakan rute pendakian Gunung Budug Asu dan untuk memahami dinamika dan faktor-faktor yang muncul di lapangan. Dengan berinteraksi langsung dengan orang-orang dan keadaan yang diteliti, penelitian kualitatif memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman kontekstual tentang berbagai peristiwa. Penelitian dilakukan di kawasan Gunung Budug Asu, Malang, Jawa Timur. Lokasi ini dipilih karena memiliki dua rute pendakian utama (rute kanan dan rute kiri) yang masing-masing memiliki karakteristik berbeda, memungkinkan peneliti melakukan perbandingan dalam konteks penerapan konsep matematika.

Subjek dalam penelitian ini adalah para pendaki aktif, pemandu lokal, dan pengelola jalur pendakian Gunung Budug Asu yang pernah terlibat dalam perencanaan rute atau pengambilan keputusan saat pendakian. Penentuan subjek dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu memilih individu yang relevan dan dapat memberikan data mendalam terkait penerapan matematika dalam pendakian.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam studi ini meliputi studi kasus dan wawancara. Studi kasus akan dilakukan dengan salah satu pendaki senior yang sudah beberapa kali melakukan pendakian di gunung budug asu dengan rute yang berbeda. Melalui studi kasus ini, peneliti dapat menganalisis secara mendalam bagaimana cara pendaki untuk merencanakan rute pendakian mereka, serta bagaimana pendaki menerapkan konsep matematika Naismith's Rule dalam proses tersebut [11]. Data yang diperoleh dari studi kasus ini akan memberikan gambaran yang lebih jelas tentang variasi dalam penerapan konsep matematika di antara pendaki yang berbeda. Peneliti juga mengamati dan merekonstruksi proses perencanaan rute pendakian baik pada rute kanan maupun rute kiri. Analisis perbandingan dilakukan dengan mengumpulkan data deskriptif dari kedua rute, meliputi Panjang rute, elevasi maksimum dan total kenaikan, estimasi waktu pendakian, Tingkat kemiringan rata – rata, jenis medan (batu, tanah, akar pohon), prefensi pendaki berdasarkan efisiensi dan kenyamanan saat pendakian.

Wawancara juga akan menjadi instrumen penting dalam penelitian ini. Peneliti akan menggunakan wawancara semi-terstruktur dengan pendaki yang telah berhasil menyelesaikan pendakian gunung. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk menganalisis pemahaman siswa terhadap konsep matematika yang mereka gunakan dan bagaimana mereka mengintegrasikan konsep tersebut ke dalam rutinitas mereka. Pertanyaan wawancara akan digunakan untuk memandu pendaki dalam hal pengalaman mereka sendiri, tantangan yang diantisipasi, dan strategi yang digunakan untuk merencanakan rutinitas pendakian. Dengan cara ini, peneliti dapat menggunakan data kontekstual dan empiris mengenai penerapan konsep matematika dalam praktik.

Tabel 1. Teknik Analisis Data

Sumber Data	Jenis Data	Teknik Analisis	Hasil yang Diharapkan
Wawancara pendaki dan pemandu	Narasi tentang pengalaman memilih rute, perhitungan jarak/waktu/elevasi	reduksi data, kategorisasi (misal: estimasi waktu, jarak, kemiringan)	Pola umum dalam pemilihan rute dan penggunaan konsep matematika dalam perencanaan
Observasi di lapangan	Catatan visual, rute tempuh, medan, waktu tempuh.	Deskripsi dan komparasi (deskriptif kualitatif), analisis spasial sederhana	Gambaran perbedaan rute kanan dan kiri berdasarkan data nyata di lapangan
Studi kasus rute kanan vs kiri	Data GPS, jarak tempuh, kemiringan, elevasi, medan.	Perbandingan deskriptif: tabel.	Penilaian rute paling efisien berdasarkan aspek matematis dan kondisi lapangan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut disajikan wawancara yang dilakukan dalam penentuan rute pendakian gunung dengan rute yang berbeda, hasil wawancara disajikan dalam bentuk transkip wawancara.

Wawancara Secara Langsung pada hari Sabtu, 31 Mei 2025 Pada jam 19.15 di Kediaman Informan

VO : Kalau boleh tau kakak aktif di komunitas pendaki sejak kapan ya?

NL : Baru tahun lalu si, kalo nggak salah tu bulan januari 2024.

VO : kalau ditotal sudah berapa kali kaka melakukan pendakian ke gunung budug asu?

NL : Kurang lebih sudah 15 kali mungkin.

VO : Apa peran kakak pada setiap pendakian?

NL : Kalau aku biasanya jadi kapten leader atau navigator ya, jadi tanggung jawabku tuh fokus di perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan gituuu.

VO : Saat perencanaan rute pendakian hal penting apa kak yang biasanya di perhitungkan?

NL : Yang paling penting si logistik ya dan juga waktu, misal nih pas pendakian dari basecamp ke puncak budug asu kita bisa ngabisin berapa liter air yang dibutuhkan dan juga menghitung waktu yang dibutuhkan untuk sampai dipuncak dan berapa kali atau berapa lama kita istirahat gitu si.

VO : Biasanya apa ada Alat Digital yang kakak gunakan untuk membantu menentukan rute pendakian?

NL : Ada, kalo komunitas aku lebih sering pake aplikasi Avenza Maps, enaknya kalau pake aplikasi ini tuh bisa offline, biasanya kita juga pake apk strava buat cek jarak, elevasi biasanya buat sharing sama temen satu komunitas, buat cek keadaan satu sama lain gituu.

VO : Apakah kakak dan tim menggunakan perhitungan matematika saat merencanakan rute?

NL : Iya biar kita bisa estimasi waktu tempuhnya berapa?

VO : Bagaimana kakak menentukan rute yang efisien atau aman secara logis dan matematika?

NL : Di budug asu itu ada 2 jalur yaitu jalur kanan dan jalur kiri. Jalur kanan jaraknya hanya 800 m tetapi elevasi gain nya naik/curam, sedangkan jalur kiri berjarak 2 km tetapi elevasi gainnya landai tidak terlalu nanjak. Jadi kalau ambil jalur kanan lebih cepat tetapi menguras tenaga extra, sedangkan untuk jalur kiri harus mengorbankan waktu yang lama tapi tidak begitu menguras tenaga seperti lewat jalur kanan.

VO : Saat menilai jalur pendakian, apa kakak juga memperhatikan sudut kemiringan atau ketinggian untuk menjadi pertimbangan?

NL : Iya tentu, dan biasanya untuk naik kami menggunakan jalur kanan yang nanjak agar segera sampai puncak, kemudian untuk turun kami menggunakan jalur kiri yang landai agar lebih santai dan tidak menguras banyak tenaga.

VO : Bagaimana kakak menyesuaikan perhitungan rute dengan kemampuan fisik anggota tim?

NL : Tidak, kalo anggota tim kuat ya jalan terus.

VO : Biasanya untuk jeda pas pendakian memakan waktu berapa lama kak?

NL : Tergantung si ya kadang 5 sampe 10 menit cukup

VO : Menurut kakaknya seberapa penting pemahaman matematika dalam mendaki gunung secara aman dan efisien

NL : Penting banget itu mah, untuk mempertimbangkan jarak dan waktu serta logistic yang harus disiapin.



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

Wawancara dengan seorang yang aktif komunitas pendaki dan telah berkali-kali melakukan pendakian ke Gunung Budug Asu mengungkapkan bahwa penerapan konsep matematika sangat penting dalam perencanaan rute pendakian. Responden, yang aktif sejak Januari 2024 dan telah mendaki Budug Asu sekitar 15 kali, biasanya berperan sebagai kapten leader atau navigator. Peran ini menuntut tanggung jawab dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan jalannya pendakian.

Tahap perencanaan, aspek yang paling diperhitungkan adalah logistik, terutama estimasi kebutuhan air dan waktu tempuh dari basecamp ke puncak. Estimasi tersebut didasarkan pada perhitungan matematis, seperti menghitung berapa liter air yang dibutuhkan dan berapa lama waktu perjalanan, termasuk waktu istirahat. Responden juga menyebutkan penggunaan aplikasi digital seperti Avenza Maps dan Strava yang membantu dalam memetakan rute, mengukur jarak, elevasi, serta berbagi data dengan anggota komunitas. Penggunaan aplikasi ini mempermudah visualisasi data spasial dan membandingkan alternatif rute secara kuantitatif.

Penentuan rute efisien dan aman juga didasarkan pada logika dan perhitungan matematika. Misalnya, jalur kanan memiliki jarak 800 meter dengan elevasi curam, sedangkan jalur kiri lebih landai namun sepanjang 2 kilometer. Pemilihan jalur kanan untuk naik dipilih karena lebih cepat meski lebih menguras tenaga, sedangkan jalur kiri dipilih untuk turun agar lebih santai dan aman. S “Merancang rute yang paling efektif dan efisien menjadi persoalan yang perlu dicari solusinya” [13]. Hal ini menunjukkan adanya pertimbangan matematis antara jarak, waktu tempuh, dan tingkat kesulitan (elevasi/sudut kemiringan). Selain itu, responden menegaskan pentingnya memperhatikan sudut kemiringan dan ketinggian jalur dalam perencanaan, serta menyesuaikan rute dengan kemampuan fisik anggota tim. Namun, dalam praktiknya, penyesuaian ini lebih banyak dilakukan secara observasional, bukan dengan perhitungan matematis mendalam.

### Perencanaan Waktu Pendakian Budug Asu dengan Konsep Matematika

Perhitungan waktu pendakian bisa dilakukan dengan mengkombinasikan kecepatan horizontal dan vertikal. Berikut ini perhitungan untuk dua jalur Budug Asu

## 1. Data lapangan

Tabel 2. Teknik Analisis Data

Jalur	Jarak (m)	Elevasi (m)	Karakteristik Medan	Kecepatan Horizontal (km/jam)	Kecepatan Vertikal (km/jam)
Kanan	800	414	Curam	3,5 km/jam	0,4 km/jam
Kiri	2.000	500	Landai	2 km/jam	0,3 km/jam

Asumsi mengenai dua jalur pendakian yang berbeda, yaitu jalur kanan dan jalur kiri, dengan karakteristik medan, jarak, elevasi, serta kecepatan horizontal dan vertikal yang berbeda. Jalur kanan memiliki jarak 800 meter dengan elevasi 400 meter dan medan yang curam. Kecepatan horizontal pada jalur ini adalah 3,5 km/jam, sedangkan kecepatan vertikalnya 0,4 km/jam. Kondisi medan yang curam menyebabkan kecepatan pendakian relatif lebih tinggi secara horizontal, namun tetap dibatasi oleh kecepatan vertikal yang lebih rendah akibat kemiringan yang tajam.

Sebaliknya, jalur kiri memiliki jarak yang lebih pendek, yaitu 2000 meter, dengan elevasi 300 meter dan medan yang landai. Kecepatan horizontal pada jalur ini adalah 2 km/jam dan kecepatan vertikal 0,3 km/jam. Medan yang landai memungkinkan kecepatan vertikal yang lebih rendah dibandingkan jalur kanan, namun jarak yang lebih pendek memberikan keuntungan dalam waktu tempuh secara keseluruhan.

## 2. Perhitungan waktu pendakian setiap jalur

Perhitungan waktu tempuh berdasarkan naismith's rule:

$$T = \frac{D}{V_{mp}} \text{ (waktu tempuh horizontal)}$$

$$T = \frac{H}{V_{ms}} \text{ (waktu tempuh vertikal)}$$

Total waktu tempuh

$$TE = \max(T_p, T_s) + S \frac{\min(T_p, T_s)}{2}$$

Ket:

$D$  = Jarak horizontal (km)

$H$  = Elevasi (km)

$V_{mp}$  = Kecepatan horizontal (km/jam)

$V_{ms}$  = Kecepatan vertikal (km/jam)

### a. Jalur kanan

Jarak : 800 m = 0,8 km

Elevasi : 414 m = 0,414 km

$T_p$  :  $\frac{0,8}{3,5} = 0,229$  jam  $\approx 13,7$  menit

$T_s$  :  $\frac{0,414}{0,4} = 1,035$  jam  $\approx 62,1$  menit

Max ( $T_p, T_s$ ) : 1,035 jam

Min ( $T_p, T_s$ ) : 0,229 jam

$$\begin{aligned} TE &= \max(T_p, T_s) + S \frac{\min(T_p, T_s)}{2} \\ &= 1,035 + \frac{0,229}{2} \\ &= 1,035 + 0,115 \\ &= 1,15 \text{ jam} \approx 69 \text{ menit} \end{aligned}$$

### b. Jalur Kiri

Jarak : 2000 m = 2 km

Elevasi : 500 m = 0,5 km

$T_p$  :  $\frac{2}{2} = 1$  jam

$T_s$  :  $\frac{0,5}{0,3} = 1,667$  jam  $\approx 100$  menit

Max ( $T_p, T_s$ ) : 1,667 jam

Min ( $T_p, T_s$ ) : 1 jam

$$\begin{aligned} TE &= \max(T_p, T_s) + S \frac{\min(T_p, T_s)}{2} \\ &= 1,667 + \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,667 + 0,5 \\
 &= 2,667 \text{ jam} \approx 130 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan Waktu Istirahat

Dalam pendakian terdapat waktu istirahat, berdasarkan wawancara diambil setiap 30-60 menit, dengan durasi istirahat sekitar 5-10 menit per sesi. Untuk perhitungan ini, kita asumsikan, istirahat setiap 45 menit pendakian aktif dan durasi istirahat 7 menit per sesi.

Jalur Kanan

- Waktu pendakian aktif: 69 menit
- Jumlah sesi istirahat:  $\frac{69}{45} = 1 \text{ sesi}$
- Total waktu istirahat:  $1 \times 7 = 7 \text{ menit}$
- Total waktu pendakian + istirahat =  $69 + 7 = 76 \text{ menit} \approx 1 \text{ jam } 16 \text{ menit}$

Jalur Kiri

- Waktu pendakian aktif: 130 menit
- Jumlah sesi istirahat:  $\frac{130}{45} = 2 \text{ sesi}$
- Total waktu istirahat:  $2 \times 7 = 14 \text{ menit}$
- Total waktu pendakian + istirahat =  $130 + 14 = 144 \text{ menit} \approx 2 \text{ jam } 24 \text{ menit}$

Tabel 3. Teknik Analisis Data

Jalur	Waktu Pendakian (menit)	Istirahat (menit)	Total Waktu (menit)	Total Waktu (jam)
Kanan	69	7	76	1,27
Kiri	130	14	144	2,4

Hasil analisis perhitungan waktu tempuh pendakian memberikan gambaran konkret bagaimana konsep matematika dapat diaplikasikan dalam perencanaan rute pendakian secara efektif. Dengan memanfaatkan rumus yang menggabungkan kecepatan horizontal dan vertikal, penelitian ini berhasil menghitung estimasi waktu tempuh pada dua jalur pendakian yang berbeda karakteristik, yaitu jalur kanan yang curam dan jalur kiri yang landai.

Perhitungan menunjukkan bahwa jalur kanan, meskipun memiliki medan yang lebih curam dengan elevasi 414 meter dan jarak horizontal 800 meter, mampu diselesaikan dalam waktu sekitar 1,15 jam (69 menit). Hal ini disebabkan oleh kecepatan horizontal yang relatif tinggi (3,5 km/jam) dan kecepatan vertikal 0,4 km/jam, sehingga waktu tempuh vertikal menjadi faktor dominan dalam total waktu pendakian. Sebaliknya, jalur kiri yang lebih landai dengan elevasi 500 meter dan jarak horizontal 2.000 meter membutuhkan waktu tempuh lebih lama, yaitu sekitar 2,67 jam (160 menit), karena jarak yang lebih jauh dan kecepatan horizontal serta vertikal yang lebih rendah.

Analisis ini menegaskan bahwa penerapan konsep matematika, khususnya melalui rumus-rumus waktu tempuh, sangat berguna dalam merencanakan rute pendakian yang optimal. Pendaki dapat menggunakan hasil perhitungan ini untuk memilih jalur yang sesuai dengan kondisi fisik dan tujuan waktu mereka. Selain itu, pendekatan matematis ini juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih rasional dan terukur dalam aktivitas pendakian, sekaligus meningkatkan keselamatan dan efisiensi perjalanan.

Penelitian ini lebih berfokus pada penerapan konsep matematika melalui perencanaan rute pendakian gunung budug asu untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep aplikasi matematika dalam kehidupan sehari – hari.

### 3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kualitatif yang telah dilakukan dengan pendekatan studi kasus dan perbandingan rute pada pendakian Gunung Budug Asu, dapat disimpulkan bahwa:

- Konsep matematika seperti pengukuran jarak, estimasi waktu tempuh, perhitungan sudut kemiringan, serta analisis efisiensi rute telah diterapkan oleh pendaki maupun pemandu secara sadar maupun tidak sadar dalam proses perencanaan pendakian. Hal ini tampak dari pertimbangan logis yang mereka gunakan saat memilih rute, seperti membandingkan jarak tempuh, medan, dan waktu perjalanan.
- Dari hasil observasi dan dokumentasi, diketahui bahwa rute kiri menunjukkan waktu tempuh yang lebih singkat dibandingkan dengan rute kanan. Rute kiri dapat ditempuh dalam waktu rata-rata 84 menit atau sekitar

1,24 jam, sedangkan rute kanan memerlukan waktu lebih lama, yaitu sekitar 140 menit atau 2,20 jam. Perbedaan waktu ini menunjukkan bahwa rute kiri lebih efisien secara waktu, meskipun setiap rute memiliki karakteristik medan yang berbeda.

3. Perbandingan kedua rute menunjukkan bahwa penerapan Naismith's rule sangat membantu dalam mengevaluasi efisiensi pendakian, baik dari segi waktu maupun kondisi medan. Hal ini dapat mengatasi masalah – masalah pendaki yang memiliki keterbatasan pengetahuan tentang rute pendakian ke gunung budug asu.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa pembelajaran matematika dapat dikaitkan dengan pengalaman kontekstual di lapangan, khususnya dalam kegiatan perencanaan dan pengambilan keputusan seperti pada perencanaan rute pendakian. Pendekatan ini dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran yang lebih aplikatif dan bermakna.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, R. (2020). Efektifitas Pendekatan *Realistic Mathematics Education* Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika. Jakarta: Jurnal Imiah Sekolah Dasar.
- [2] Roddy, Y, S. (2020). Implementasi Algoritma Dijkstra Dan Metode Haversine Pada Penentuan Jalur Terpendek Pendakian Gunung Merapi Jalur Selo Berbasis Android. Jurnal TIKomSIN, Vol.8, No. 1, 2020.
- [3] Sari, D. (2019). Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Software Geostudio 2012, Studi Kasus Daerah Wisata Kabupaten Pesawaran Lampung. Penerbit: Jurnal Itera.
- [4] Gonzalez, A. (2016). Measurement of Areas on A Sphere using Fibonacci and Latitude - Longitude Lattices.
- [5] Junanda, B. (2016). Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra Pada Sistem Infirmasi Geografis Pementaan Statiun Pengisian Bahan Bakar Umum . Universitas Negeri Padang.
- [6] Prabowo, A. (2021). Statistika dan Probabilitas dalam Perencanaan Rute Pendakian. Yogyakarta: Penerbit Universitas Yogyakarta.
- [7] Condro Prio, U. (2025). Implementasi *Graph Database* Untuk Rekomendasi Rute Pendakian Gunung Yang terbaik. Malang: Skripsi Unisversitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- [8] Prianto, C., & Kusnadi, M. (2018). Penerapan Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terbaik pada Mobile E-Parking Berbasis Sistem Informasi Geografis. Jurnal Unidha.
- [9] Santoso, T. (2021). Algoritma Optimasi untuk Rute Pendakian Gunung. Jurnal Teknologi Informasi, 15(2), 134-145.
- [10] Ismantohadi, E., & Iryanto. (2018). Penerapan Algoritma Dijkstra Untuk Penentuan Jalur Terbaik Evakuasi Tsunami - Studi Kasus : Kelurahan Sanur Bali. Jurnal Teknologi Terapan.
- [11] Raharja, Muh Adi, dkk. (2020). Analisis Perbandingan Jalur Pendakian dan Waktu Eksisting di Gunung Prau dengan Tobler Hiking Function dan Naismith's Rules Menggunakan Metode Least Cost Path. Diss. Universitas Gadjah Mada.
- [12] Khoir, Farhan Ramadhan, dkk. (2024). Perencanaan Rute Optimal Kunjungan Destinasi Wisata Bandung dengan Algoritma Dijkstra Pada C++. Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis. Vol. 6No. 2 Hal. 275-281. <https://jurnal.unidha.ac.id/index.php/jteksis/article/view/1167/786> .
- [13] Farid, Puji, S. (2020). Analisis Persiapan Fisik Pendakian Gunung Ijen Dan Gunung Ranti Di kabupaten Banyuwangi. JPJ (Jurnal Pendidikan Jasmani). Vol. 1, No.2, Desember 2020.
- [14] Wijaya, B., & Hartono, R. (2023). Integrasi Matematika dan Teknologi Pemetaan Digital dalam Perencanaan Pendakian. Jurnal Matematika Terapan, 18(1), 78-89.
- [15] Kvale, S. (2016). Wawancara: Seni Penelitian Kualitatif. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [16] Khoirul, R. (2021). Perancangan Aplikasi Jalur Pendakian Dan Monitoring Pendaki Gunung Ungaran Berbasis Global Positioning System (GPS). Jurnal Ilmu Teknik informatika, Vol.1, No.1, Mei 2021,pp. 11-18.
- [17] Bagus, A, I. (2018) Penentuan Jalur Pendakian Baru Gunung Lawu Menggunakan Analisis Least Cost Path, Crossing Kontur, Dan Analisis Lapangan di Wilayah Kabupaten Ngawi. Jurnal Bumi Indonesia.

