



## Analisis Konseptual Besaran Vektor: Teori, Notasi, dan Sifat Sifat Dasar

Silvia Siregar<sup>1</sup>, Sri Anggita Munthe<sup>2</sup>, Dini Ramadhani Nasution<sup>3</sup>, Nur Khilal Zahra Siregar<sup>4</sup>, Novira Ramadhani Ginting<sup>5</sup>, Amin Harahap<sup>6</sup>

<sup>1-6</sup>Program Studi Matematika, Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan, Universitas Labuhanbatu

Email: [Siregarsilvia123@gmail.com](mailto:Siregarsilvia123@gmail.com)<sup>1</sup>, [Srianggita76@gmail.com](mailto:Srianggita76@gmail.com)<sup>2</sup>, [dininst869@gmail.com](mailto:dininst869@gmail.com)<sup>3</sup>, [nurkhilalzahrasiregar@gmail.com](mailto:nurkhilalzahrasiregar@gmail.com)<sup>4</sup>, [noviraginting1011@gmail.com](mailto:noviraginting1011@gmail.com)<sup>5</sup>, [aminharahap19@gmail.com](mailto:aminharahap19@gmail.com)<sup>6</sup>

### Abstrak

Besar vektor merupakan salah satu konsep fundamental dalam fisika, matematika, dan ilmu rekayasa. Vektor digunakan untuk menggambarkan besaran yang memiliki dua komponen utama, yaitu besar (magnitudo) dan arah (direction), yang membedakannya dari skalar yang hanya memiliki besar tanpa arah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji teori dasar vektor, notasi yang digunakan, serta sifat-sifat dasar vektor yang sangat penting dalam berbagai aplikasi ilmiah dan teknis. Konsep dasar vektor seperti penjumlahan vektor, perkalian skalar, dan cross product memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai disiplin ilmu, mulai dari analisis gaya dalam mekanika hingga pemrosesan citra dalam komputer grafis. Selain itu, penelitian ini juga membahas tantangan dalam mengajarkan konsep vektor, khususnya dalam hal visualisasi dan pemahaman geometri vektor dalam ruang tiga dimensi.

**Kata Kunci:** Besar Vektor, Penjumlahan Vektor, Perkalian Skalar, Cross Product, Operasi Vector.

### PENDAHULUAN

Besar vektor adalah salah satu konsep yang sangat penting dalam fisika, matematika, dan berbagai cabang ilmu rekayasa. Vektor digunakan untuk menggambarkan fenomena yang memiliki dua komponen utama, yaitu besar (magnitudo) dan arah (direction). Sifat ini membedakan vektor dari skalar, yang hanya memiliki besar tanpa arah. Dalam ilmu fisika, berbagai besaran seperti gaya, kecepatan, percepatan, dan momentum sering kali dipandang sebagai vektor. Ini karena untuk menggambarkan fenomena tersebut, tidak hanya penting mengetahui nilai atau besar dari besaran tersebut, tetapi juga arah penerapannya. Sebagai contoh, kecepatan adalah vektor yang memberi informasi tidak hanya tentang seberapa cepat sebuah objek bergerak, tetapi juga mengenai arah gerakan objek tersebut.

Penerapan konsep vektor sangat luas dan meliputi berbagai bidang ilmu. Dalam mekanika, vektor digunakan untuk menggambarkan gaya yang bekerja pada benda, posisi benda dalam ruang, dan perubahan posisi yang disebut dengan perpindahan. Dalam ilmu rekayasa, vektor menjadi alat untuk menggambarkan berbagai parameter teknis seperti tegangan pada material atau aliran listrik dalam sistem rangkaian. Pemahaman yang mendalam mengenai vektor memberikan dasar yang kuat dalam menyelesaikan berbagai masalah teknis dan ilmiah yang melibatkan arah dan besar (Irandha, 2024)

Selain itu, vektor juga memiliki peranan penting dalam bidang komputer grafis dan geometri, terutama dalam representasi objek 3D dan perhitungan transformasi koordinat. Dalam ilmu komputer, vektor digunakan dalam berbagai algoritma pemrosesan citra, di mana setiap titik pada gambar atau objek 3D diwakili oleh vektor yang menunjukkan posisi titik tersebut dalam ruang tiga dimensi. Konsep vektor juga digunakan dalam pembelajaran mesin, terutama untuk mengolah data dalam bentuk vektor, seperti vektor kata dalam pemodelan Word2Vec untuk analisis teks dan pemrosesan bahasa alami. Oleh karena itu, pemahaman tentang teori dasar vektor, notasi, dan operasinya sangatlah penting bagi siapa saja yang bekerja dalam bidang ilmiah atau rekayasa.

## **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki tujuan untuk:

1. Menganalisis dan memahami teori dasar vektor yang mencakup konsep besar dan arah, serta aplikasi matematisnya dalam berbagai bidang ilmu, seperti fisika, teknik, dan komputer grafis.
2. Menelaah notasi vektor yang digunakan dalam berbagai disiplin ilmu, serta bagaimana notasi ini mempermudah representasi dan operasi terhadap vektor dalam ruang tiga dimensi.
3. Mengeksplorasi sifat-sifat dasar vektor yang mendasari operasi matematis seperti penjumlahan, perkalian skalar, dan perkalian silang, serta aplikasi praktisnya dalam penyelesaian masalah teknik dan ilmiah.
4. Memberikan wawasan tentang penerapan vektor dalam konteks dunia nyata, termasuk dalam analisis gerakan, gaya, serta perhitungan vektor dalam struktur dan medan elektromagnetik.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang vektor, serta menekankan bagaimana teori dan aplikasi vektor dapat digunakan untuk memecahkan masalah dalam berbagai disiplin ilmu. Dengan memahami teori, notasi, dan sifat-sifat dasar vektor, diharapkan pembaca dapat menerapkan konsep ini dalam konteks teknis dan ilmiah yang lebih luas.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Konsep vektor adalah salah satu bagian fundamental dalam matematika dan fisika. Vektor digunakan untuk menggambarkan besaran yang memiliki dua komponen utama, yaitu besar (magnitudo) dan arah (direction). Secara matematis, vektor sangat berguna dalam menyelesaikan masalah terkait posisi, gaya, kecepatan, dan percepatan dalam ruang tiga dimensi. Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pemahaman yang mendalam mengenai operasi dasar vektor seperti penjumlahan vektor, perkalian skalar, dan cross product sangat penting untuk memecahkan masalah dalam mekanika dan rekayasa teknik

### **Teori Vektor**

Secara matematis, vektor adalah objek matematika yang memiliki dua atribut utama, yaitu besar (magnitudo) dan arah (direction). Konsep ini sangat fundamental dalam berbagai bidang ilmu, khususnya dalam fisika, matematika, dan rekayasa. Vektor digunakan untuk menggambarkan besaran yang memiliki arah dan besar, seperti gaya, kecepatan, percepatan, dan posisi. Berbeda dengan skalar yang hanya memiliki besar tanpa arah, vektor memerlukan dua parameter untuk mendefinisikannya secara lengkap. Hal ini memungkinkan vektor untuk menggambarkan fenomena dinamis dengan lebih akurat, terutama ketika berkaitan dengan analisis arah dan besaran.

#### **1. Definisi dan Penulisan Vektor**

Vektor dapat didefinisikan sebagai suatu entitas yang memiliki dua komponen utama, yaitu magnitudo (besar) dan arah. Dalam ruang tiga dimensi, vektor sering ditulis dalam bentuk komponen-komponennya, yaitu proyeksi vektor terhadap sumbu-sumbu koordinat  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . Bentuk umum vektor dalam ruang tiga dimensi adalah:

$$v = \langle v_x, v_y, v_z \rangle$$

Di mana  $v_x$ ,  $v_y$ , dan  $v_z$  adalah komponen-komponen vektor pada sumbu  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . Misalnya, vektor gaya  $F$  dapat ditulis sebagai:

$$F = \langle F_x, F_y, F_z \rangle$$

Di sini, komponen  $F_x$ ,  $F_y$ , dan  $F_z$  menggambarkan besar gaya yang bekerja sepanjang sumbu  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . Komponen-komponen ini dapat dihitung dengan



menggunakan proyeksi terhadap masing-masing sumbu koordinat, yang memberikan gambaran lebih rinci mengenai arah dan besaran gaya tersebut (Warsih & Malik, 2024)

## 2. Operasi Vektor

### Penjumlahan Vektor

Penjumlahan dua vektor adalah operasi dasar yang digunakan untuk menggabungkan dua vektor menjadi satu vektor yang disebut vektor hasil penjumlahan. Penjumlahan dua vektor  $v_1$  dan  $v_2$  dengan komponen  $x$ ,  $y$ , dan  $z$  pada masing-masing vektor dapat dihitung dengan cara menjumlahkan komponen-komponen pada masing-masing sumbu. Secara matematis, penjumlahan dua vektor adalah sebagai berikut:

$$v_1 + v_2 = \langle v_{x1} + v_{x2}, v_{y1} + v_{y2}, v_{z1} + v_{z2} \rangle$$

Sebagai contoh, jika  $v_1 = \langle 3,4,0 \rangle$  dan  $v_2 = \langle 1,2,3 \rangle$ , maka hasil penjumlahan kedua vektor tersebut adalah:

$$v_1 + v_2 = \langle 3 + 1, 4 + 2, 0 + 3 \rangle = \langle 4,6,3 \rangle$$

Penjumlahan vektor ini bersifat komutatif dan asosiatif, yang berarti urutan penjumlahan tidak mempengaruhi hasilnya. Sifat ini sangat penting dalam banyak aplikasi, seperti analisis gaya dalam fisika dan perhitungan posisi dalam geometri (Sabah, 2023)

### Perkalian Skalar Vektor

Perkalian vektor dengan skalar mengubah besar vektor sesuai dengan nilai skalar tersebut, namun arah vektor tetap. Secara matematis, jika  $a$  adalah skalar dan  $v = \langle v_x, v_y, v_z \rangle$  adalah vektor, maka perkalian vektor dengan skalar dapat ditulis sebagai:

$$av = \langle av_x, av_y, av_z \rangle$$

Misalnya, jika kita memiliki vektor  $v = \langle 2,3,4 \rangle$  dan skalar  $a = -2$ , maka hasil perkalian skalar adalah:

$$-2v = \langle -2 \times 2, -2 \times 3, -2 \times 4 \rangle = \langle -4, -6, -8 \rangle$$

Perkalian skalar ini mempengaruhi besar vektor, tetapi arah vektor tetap atau berbalik arah jika skalar negatif (Tamba, 2023)

### Perkalian Silang (Cross Product)

Perkalian silang atau cross product digunakan untuk menghasilkan vektor baru yang tegak lurus terhadap dua vektor yang dikalikan. Secara matematis, jika kita memiliki dua vektor  $v_1 = \langle v_{x1}, v_{y1}, v_{z1} \rangle$  dan  $v_2 = \langle v_{x2}, v_{y2}, v_{z2} \rangle$ , maka hasil perkalian silang adalah:

$$v_1 \times v_2 = \langle (v_{y1}v_{z2} - v_{z1}v_{y2}), (v_{z1}v_{x2} - v_{x1}v_{z2}), (v_{x1}v_{y2} - v_{y1}v_{x2}) \rangle$$

Sebagai contoh, jika  $v_1 = \langle 1,3,4 \rangle$  dan  $v_2 = \langle 2, -1,0 \rangle$ , maka hasil perkalian silang keduanya adalah:

$$\begin{aligned} v_1 \times v_2 &= \langle (3 \times 0 - 4 \times -1), (4 \times 2 - 1 \times 0), (1 \times -1 - 3 \times 2) \rangle \\ &= \langle 4,8,-7 \rangle \end{aligned}$$

Perkalian silang ini menghasilkan vektor baru yang tegak lurus terhadap dua vektor asli dan sering digunakan dalam analisis rotasi dan perhitungan momen gaya dalam rekayasa (Azizah et al., 2022)

### 3. Sifat-Sifat Dasar Vektor

Vektor memiliki beberapa sifat dasar yang sangat penting dalam berbagai aplikasi matematika dan fisika, di antaranya:

- a. Komutatif: Penjumlahan dua vektor bersifat komutatif, artinya urutan penjumlahan tidak mempengaruhi hasilnya:

$$v_1 + v_2 = v_2 + v_1$$

- b. Asosiatif: Penjumlahan vektor juga bersifat asosiatif, yang berarti bahwa gruping vektor dalam penjumlahan tidak mempengaruhi hasilnya:

$$(v_1 + v_2) + v_3 = v_1 + (v_2 + v_3)$$

Kajian terhadap pemahaman operasi vektor menekankan bahwa penguasaan konsep asosiatif penting agar siswa tidak hanya mampu menghitung, tetapi juga memahami strukturnya secara konseptual (Hariyono et al., 2023)

- c. Eksistensi Elemen Identitas: Vektor nol (0) adalah identitas dalam operasi penjumlahan:

$$v + 0 = v$$

- d. Eksistensi Elemen Invers: Setiap vektor memiliki inversnya, yaitu vektor yang, ketika dijumlahkan, menghasilkan vektor nol:

$$v + (-v) = 0$$

- e. Distributif terhadap Perkalian Skalar: Perkalian vektor dengan skalar mengikuti sifat distributif:

$$a(v_1 + v_2) = av_1 + av_2$$

## LITERATUR REVIEW

### Kesulitan Konseptual Operasi Dasar Vektor

Penelitian oleh Siregar et al. (2025) mengkaji kesulitan mahasiswa dalam memahami operasi dasar vektor seperti penjumlahan vektor, perkalian skalar (dot product), cross product, dan proyeksi. Hasil temuan menunjukkan bahwa masalah utama bukan pada kemampuan menghitung, tetapi lemahnya pemahaman konseptual dan kesulitan visualisasi arah dan representasi geometris dari hasil operasi vektor, terutama pada cross product dan proyeksi dalam ruang tiga dimensi. (Harahap et al., 2025)

### Strategi Pembelajaran Vektor yang Efektif

Penelitian lain di jurnal *Journal of Educational Research* menunjukkan bahwa pengembangan konten pembelajaran vektor, termasuk penjumlahan dan operasi lainnya, dibagi menjadi beberapa komponen seperti komponen vektor, resultan vektor, dan penjumlahan vektor dalam kerangka pembelajaran yang terstruktur. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran vektor sebaiknya disusun secara sistematis agar siswa memahami hubungan antar konsep operasi vektor. (Hariyono et al., 2023)

### Perbandingan Pemahaman Mahasiswa tentang Operasi Vektor

Studi yang menyelidiki pemahaman mahasiswa terhadap berbagai operasi vektor (termasuk cross product dan dot product) menunjukkan bahwa perkalian silang (cross product) sering menjadi sumber kebingungan karena keterkaitannya dengan arah tegak lurus dan representasi visual. Hal ini tercatat sebagai salah satu kesulitan yang perlu diatasi dalam proses pembelajaran kalkulus vektor. (Harahap et al., 2025)



## METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan pustaka (literature review) untuk menganalisis penelitian terdahulu yang relevan dengan konsep vektor dan aplikasinya dalam berbagai bidang, seperti matematika, fisika, dan teknik. Pendekatan ini bertujuan untuk menggali lebih dalam mengenai perkembangan teori dan penerapan vektor, termasuk operasi dasar vektor seperti penjumlahan vektor, perkalian skalar, dan cross product, serta penerapannya dalam pembelajaran matematika dan rekayasa teknik. Peneliti akan melakukan pencarian literatur melalui database akademik terkemuka seperti Google Scholar, JSTOR, dan Scopus, dengan menggunakan kata kunci yang relevan, seperti "vektor", "operasi vektor", "penjumlahan vektor", "perkalian skalar", dan "cross product". Literatur yang dipilih adalah artikel-artikel ilmiah yang diterbitkan dalam rentang waktu terbaru (2022-2024) untuk memastikan bahwa teori yang digunakan adalah teori terkini yang relevan dengan topik penelitian ini. Setiap artikel yang ditemukan kemudian dianalisis secara mendalam menggunakan pendekatan analisis konten untuk mengevaluasi pemahaman, penerapan, dan tantangan yang dihadapi dalam pembelajaran vektor, serta untuk mengidentifikasi solusi yang diusulkan oleh peneliti sebelumnya. Dengan memahami temuan-temuan yang telah ada, penelitian ini akan dapat merumuskan dasar teori yang lebih kuat, mengidentifikasi celah-celah pengetahuan yang belum terjawab, dan mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam mengajarkan konsep vektor kepada siswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa konsep vektor memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai disiplin ilmu, seperti fisika, matematika, dan rekayasa. Dalam penelitian ini, kami mengidentifikasi beberapa konsep dasar vektor, termasuk penjumlahan vektor, perkalian skalar, dan cross product, serta sifat-sifat dasar vektor yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah teknik dan ilmiah.

Secara khusus, penjumlahan vektor ditemukan memiliki sifat komutatif dan asosiatif, yang memungkinkan kita untuk menata urutan operasi tanpa mempengaruhi hasilnya. Penjumlahan vektor yang tepat sangat berguna dalam analisis gaya dalam mekanika. Begitu pula dengan perkalian skalar, yang digunakan untuk mengubah besar vektor sesuai dengan nilai skalar yang diberikan, tetapi arah vektor tetap atau berbalik arah jika skalar negatif. Perkalian silang (cross product) sangat penting dalam analisis rotasi dan perhitungan momen gaya dalam rekayasa. Vektor yang dihasilkan dari perkalian silang selalu tegak lurus terhadap kedua vektor asli, yang menjadikannya alat yang sangat berguna dalam studi teknik struktur.

Namun, beberapa tantangan terkait pemahaman operasi vektor dihadapi oleh mahasiswa, terutama dalam hal visualisasi dan penerapan geometris dari operasi tersebut. Penerapan teknologi, seperti simulasi grafis komputer, dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai operasi vektor, terutama dalam cross product dan proyeksi vektor dalam ruang tiga dimensi.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa vektor adalah konsep fundamental yang digunakan untuk menggambarkan besaran yang memiliki arah dan besar, seperti gaya, kecepatan, dan percepatan dalam fisika, serta diterapkan dalam rekayasa teknik, komputer grafis, dan pembelajaran mesin. Operasi dasar vektor, termasuk penjumlahan, perkalian skalar, dan cross product, sangat penting dalam memecahkan berbagai masalah teknik dan ilmiah. Sifat dasar vektor seperti komutatif dan asosiatif memastikan bahwa operasi-operasi tersebut dapat dilakukan dengan cara yang terstruktur dan efisien.

Namun, pemahaman konsep vektor masih menjadi tantangan, terutama dalam hal visualisasi dan penerapannya dalam konteks tiga dimensi. Penerapan teknologi, seperti penggunaan laboratorium virtual dan simulasi grafis, dapat sangat membantu dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep dasar ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Azizah, I. N., Sulastri, Y. L., & Ahmatika, D. (2022). PENGEMBANGAN MODUL AJAR MATERI CROSS PRODUCT BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING TERKAIT KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS. *Iklimah Nur Azizah, Yuyu Laila Sulastri, Deti Ahmatika, 07(02)*, 73–80.
- Harahap, H. S., Siregar, S. R., Aulia, E., & Anggita, J. (2025). Analisis Kesulitan Konseptual Mahasiswa dalam Operasi Dasar Vektor pada Pembelajaran Kalkulus Vektor. *Mathematical and Data Analyticst*, 2(2), 179–187. <https://doi.org/10.47709/mda.v2i2>
- Hariyono, S. A., Taqwa, M. R. A., & Sulur. (2023). PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM) DENGAN PENDEKATAN MULTI-REPRESENTASI UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MAHASISWA CALON GURU FISIKA DALAM OPERASI VEKTOR. *Jurnal Edu Research Indonesian Institute For Corporate Learning And Studies (IICLS)*, 4(September), 11–30.
- Irاندha, F. (2024). *Aljabar Vector Berbasis Keislaman Dan Budaya Lampung* (Issue 49).
- Sabah, S. (2023). Science and engineering s tudents ' difficulties in understanding vector concepts. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(8), 19. <https://doi.org/https://doi.org/10.29333/ejmste/13431> Science
- Tamba, K. P. (2023). Pre-service Mathematics Teachers' Understanding of Vector Kimura. *Jurnal Math Educator Nusantara*, 9, 15–24. <http://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/matematika>
- Warsih, D., & Malik, A. (2024). Analisis Penerapan Vektor 2D Menggunakan Laboratorium Virtual PhET. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajaran*, 8(2), 137–142.