



Analisis Matematis Alat Peraga Efek Magnus dan Penerapannya untuk Mengetahui Tingkat Pemahaman Mahasiswa

Frisca Lutfi Arfiah[✉], Listiyanto, Suharto Linuwih

Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang,
 Indonesia Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Maret 2025

Disetujui April 2025

Dipublikasikan Mei 2025

Keywords:

Fenomena Efek Magnus,
 Kualitas Pemahaman,
 Penerapan Prinsip Bernoulli

Abstrak

Efek Magnus merupakan fenomena munculnya gaya pada benda berspin yang bergerak di dalam fluida. Meskipun fenomena ini sangat menarik dan telah terdapat beberapa eksperimen yang dilakukan, penjelasan fisika secara rinci masih sangat minim. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan analisis terkait fenomena efek Magnus menggunakan konsep fisika sederhana berupa prinsip Bernoulli dan menguji tingkat pemahaman mahasiswa mengenai analisis tersebut. Berdasarkan analisis didapatkan bahwa pemahaman mahasiswa kelas Fisika Dasar 1 sebesar 43,68%, sedangkan persentase pemahaman Fluida Dinamis terkait interpretasi analisis matematis di kelas Matematika untuk Fisika 2 sebesar 28,60%. Faktor yang mempengaruhi hasil persentase tersebut diantaranya yaitu terjadi miskonsepsi pada mahasiswa, STM (*Short Term Memory*), LTM (*Long Term Memory*) dan tidak adanya kemauan mahasiswa untuk memecahkan masalah yang diberikan.

Abstract

Magnus Effect is a phenomenon of force appearing on spinning objects moving in fluids. Although this phenomenon is very interesting and there have been several experiments carried out, detailed explanations of physics are still very limited. This study aims to provide an analysis related to the Magnus Effect phenomenon using a simple physical concept in the form of Bernoulli principles and test the level of students' understanding of the analysis. Based on the analysis, it was found that the understanding of students in the Basic Physics 1 class was 43.68%, while the percentage of understanding of Dynamic Fluids related to the interpretation of mathematical analysis in the Mathematics Class for Physics 2 was 28.60%. Factors that affect the results of the percentage include misconceptions in students, STM (Short Term Memory), LTM (Long Term Memory) and the absence of students' willingness to solve the given problems.

PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang sifat, fenomena maupun gejala alam dan semua interaksi yang terjadi di dalamnya. Pelajaran fisika seringkali dipandang sebagai salah satu mata pelajaran yang dianggap sulit, karena memuat banyak konsep yang bersifat abstrak dan sulit dipahami. Hal ini membuat mayoritas orang kesulitan memahami pelajaran fisika sehingga berdampak terhadap menurunnya minat pada pelajaran tersebut.

Fisika Dasar merupakan salah satu mata kuliah yang wajib dipelajari mahasiswa Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Semarang. Mata kuliah Fisika Dasar dibagi menjadi dua, yaitu Fisika Dasar 1 dan Fisika Dasar 2 yang masing-masing ditempuh oleh mahasiswa semester 1 dan semester 2. Pada Fisika Dasar 1 materi yang diajarkan adalah seputar mekanika, gelombang dan termodinamika, sedangkan pada Fisika Dasar 2 materi yang diajarkan adalah seputar kelistrikan dan kemagnetan serta optika. Pada materi Fisika Dasar 1 terdapat materi yang membahas mengenai fluida. Fluida merupakan salah satu topik fisika yang kompleks dalam perspektif makroskopis maupun mikroskopis dan memungkinkan mahasiswa memiliki pemahaman yang bergantung pada konteks (Young & Meredith, 2013). Pemahaman berdasarkan konteks dapat membuktikan mahasiswa sulit memahami konsep secara mendalam (Pebriana *et al.*, 2018). Dalam penelitiannya, Suarez *et al.* (2017) menyatakan bahwa permasalahan mahasiswa dalam pembelajaran fluida dinamis adalah gagal menghubungkan kinematika dengan dinamika, khususnya menghubungkan tekanan dengan gaya yang bekerja pada fluida dan perubahan kecepatannya.

Selain Fisika Dasar, mata kuliah yang wajib dipelajari oleh mahasiswa Pendidikan

Fisika adalah Matematika untuk Fisika. Matematika untuk Fisika merupakan mata kuliah yang mempelajari metode-metode matematika yang dapat digunakan untuk mempelajari fisika. Matematika untuk fisika memberikan dasar-dasar analisis matematis terhadap persoalan fisika sehingga dapat digunakan untuk menganalisis gejala fisis alam (Yanti *et al.*, 2016). Di Universitas Negeri Semarang, Matematika untuk Fisika dibagi menjadi 2 pembelajaran yaitu Matematika untuk Fisika 1 dan Matematika untuk Fisika 2 yang masing-masing ditempuh pada semester 2 dan semester 3. Permasalahan mahasiswa pada mata kuliah Matematika untuk Fisika di Universitas Negeri Semarang yaitu kurangnya inisiatif mahasiswa untuk mempelajari gejala fisis alam yang dapat dianalisis secara matematis, sehingga ketika diberikan permasalahan yang realistis mahasiswa kesulitan untuk menganalisis gejala fisis tersebut.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Dosen Fisika Universitas Negeri Semarang didapatkan bahwa pembelajaran dalam perkuliahan Fisika Dasar dan Matematika untuk Fisika hanya disampaikan melalui metode ceramah sehingga mahasiswa bosan dalam mengikuti pembelajaran. Kurangnya inisiatif mahasiswa untuk mengeksplor pengetahuan lebih luas juga berpengaruh dalam pembelajaran, karena mahasiswa tidak siap dalam mengikuti kegiatan pembelajaran dan akan kesulitan menghadirkan visualisasi dari permasalahan dalam materi yang disampaikan. Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan instrumen pembelajaran yang dapat membuat mahasiswa tertarik untuk masuk dalam sebuah permasalahan dalam materi fisika yang disampaikan.

Prihatiningtyas & Putra (2018), menyebutkan bahwa pembelajaran yang baik adalah pembelajaran yang dapat menghidupkan kemampuan afektif, kognitif dan psikomotorik mahasiswa,

pembelajaran tersebut dapat diterapkan menggunakan metode praktikum. Kegiatan mengobservasi, menganalisis hasil observasi dan menyimpulkan hasil observasi dalam praktikum dapat menghidupkan kemampuan kognitif mahasiswa berupa pemahaman konsep fisika. Kemampuan menggunakan alat praktikum, merancang praktikum dan melaksanakan praktikum dapat menumbuhkan kemampuan psikomotor mahasiswa. Kemampuan afektif dapat dilihat berdasarkan tanggung jawab, ketelitian, kejujuran dan sikap yang ditunjukkan selama mahasiswa melaksanakan praktikum.

Metode praktikum dapat dilaksanakan menggunakan alat peraga. Alat peraga dapat didefinisikan sebagai suatu alat yang dapat membantu proses pembelajaran dan bisa diserap oleh mata dan telinga supaya proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien (Sudjana, 2009). Alat peraga menjadi salah satu media penunjang pembelajaran fisika yang dapat membantu memvisualisasikan konsep fisika maupun sebagai alat ukur dalam kegiatan praktikum maupun eksperimen, (Rahmani *et al.*, 2022). Dengan adanya alat peraga dalam pembelajaran diharapkan dapat memperkenalkan, memudahkan dan memperkaya pengetahuan peserta didik dalam menggambarkan materi fluida dinamis (Muttaqin, 2019).

Salah satu fenomena fluida dinamis yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari sehingga menarik untuk dibahas yaitu efek Magnus. Efek Magnus merupakan efek yang timbul pada sebuah benda berputar yang bergerak di dalam fluida. Efek Magnus yang terjadi sebanding dengan besar kecepatan linear dan berarah tegak lurus terhadap arah gerak dan sumbu rotasi. Efek Magnus pertama kali dipelajari oleh fisikawan Jerman bernama G. Magnus (1802-1870).

Efek Magnus banyak ditemukan dalam olahraga, misalnya tendangan pada pisang

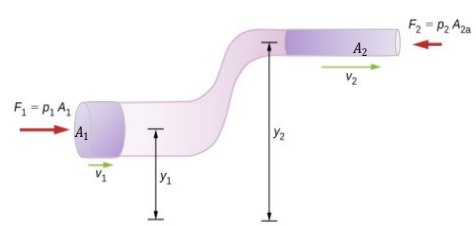
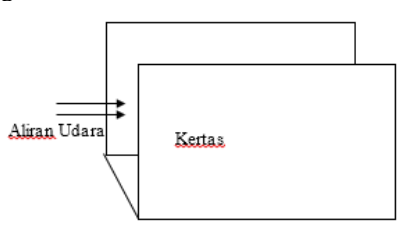
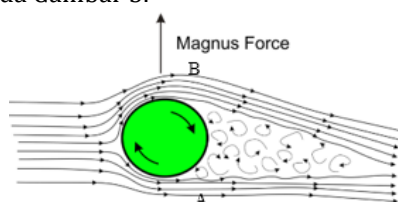
dan pelengkung bola baseball. Selain itu, banyak mainan atau alat peraga berdasarkan efek Magnus yang dikembangkan. Meskipun begitu, referensi terkait penjelasan efek Magnus masih sangat minim. Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, penulis tertarik untuk meneliti implementasi alat peraga sederhana dalam materi fluida dinamis dan solusi deret untuk persamaan diferensial dengan penelitian yang berjudul "Analisis Matematis Alat Peraga Efek Magnus dan Penerapannya untuk Mengetahui Tingkat Pemahaman Mahasiswa". Efek Magnus memuat beberapa konsep seperti konsep geometri, gravitasi, kecepatan, sehingga penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman mahasiswa.

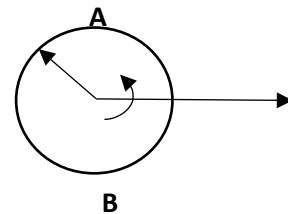


METODE PENELITIAN

Tingkat pemahaman mahasiswa dideteksi dengan cara melihat kualitas dari solusi yang diberikan oleh mahasiswa ketika menghadapi suatu permasalahan (Listiyanto, 2013). Permasalahan-permasalahan tersebut dapat dihadirkan melalui bahan ajar yang menuntun mahasiswa memberikan solusi kritis sehingga dapat menjadi patokan menentukan tingkat pemahaman mahasiswa.

Penelitian ini menggunakan menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif berupa isian singkat dan wawancara dengan tujuan untuk menganalisis data dengan penjelasan menyeluruh dari hasil penelitian, sehingga data yang diperoleh dapat dideskripsikan. Dalam penelitian ini sampel terdiri dari 20 mahasiswa kelas Matematika Dasar untuk Fisika dan 35 mahasiswa kelas Fisika Dasar dengan metode *purposive sampling* yang memenuhi kriteria untuk pengujian soal. Adapun untuk indikator dan butir soal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi Soal Fisika Dasar

INDIKATOR	BUTIR SOAL
Mahasiswa mampu menyebutkan sifat-sifat yang dimiliki oleh fluida ideal.	Fluida dinamis merupakan fluida ideal yang sedang bergerak. Sebutkan sifat-sifat yang dimiliki oleh fluida ideal!
Mahasiswa mampu menuliskan rumus dari prinsip Bernoulli untuk fluida dinamis yang ditunjukkan oleh gambar terlampir beserta besaran yang terlibat.	Fluida dinamis memenuhi prinsip Bernoulli yang merupakan konsekuensi dari prinsip kekekalan energi. Tuliskanlah rumus dari Prinsip Bernoulli untuk fluida dinamis yang ditunjukkan oleh Gambar 1., dengan menentukan besaran-besaran yang terlibat terlebih dahulu
 <p style="text-align: center;">Gambar 1. Aliran fluida dalam prinsip Bernoulli</p>	
Mahasiswa mampu menganalisis suatu kasus pada kertas tiup yang diberikan terkait tekanan dan kecepatan berdasarkan hukum Bernoulli	<p>Perhatikan gambar di bawah!</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 2. Ilustrasi kertas tiup</p> <p>Jika dua kertas diletakkan sejajar dengan jarak 5 cm kemudian ditiup di antara sela-sela kedua kertas tersebut, kemanakah dinding samping kedua kertas akan bergerak? Membuka atau menutup? Mengapa hal tersebut dapat terjadi?</p>
Mahasiswa mampu menjelaskan perbedaan tekanan di setiap titik pada sebuah cakram yang bergerak di udara.	<p>Ditinjau sebuah cakram berspin yang bergerak di udara. Aliran fluida di sekitar cakram tersebut akan berbentuk seperti pada Gambar 3.</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 3. fluida di sekitar cakram berspin</p> <p>Menurut prinsip Bernoulli titik manakah yang mengalami tekanan lebih besar? Titik A 4. atau B? Jelaskan mengapa demikian!</p>

INDIKATOR	BUTIR SOAL
Mahasiswa mampu menentukan perbedaan tekanan pada sebuah cakram yang bergerak di udara berdasarkan rumus Bernoulli.	<p>Sebuah cakram bergerak di udara dengan kecepatan linear sebesar v dan kecepatan sudut sebesar ω, seperti ditunjukkan pada Gambar 4</p>  <p style="text-align: center;">B</p> <p style="text-align: center;">Gambar 4. Cakram bergerak di udara.</p> <p>Akibat adanya kecepatan sudut cakram, besar kecepatan udara yang mengalir pada titik A dan B berbeda, yakni:</p> $v_A = v + \omega R \text{ dan } v_B = v - \omega R.$ <p>Dengan menggunakan rumus Bernoulli, tentukanlah perbedaan tekanan antara titik A dan titik B!</p>
Mahasiswa melakukan percobaan dan menjawab pertanyaan yang diberikan terkait efek Magnus.	<p>1. Percobaan pesawat gelas</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 5. Pesawat gelas</p> <p>a. Langkah-langkah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) Lilitkan karet pada pesawat gelas, sisakan sedikit sebagai tarikan! 2.) Tarik pesawat gelas ke arah dalam! 3.) Lepaskan pesawat gelas sehingga terlontar! <p>b. Soal-soal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) Gambarkanlah lintasan pesawat gelas dari sisi samping! 2.) Tentukan arah gaya Magnus yang muncul dan jelaskan alasannya! <p>2. Percobaan tongkat pelontar bola</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 6. Tongkat pelempar bola</p> <p>a. Langkah-langkah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) Siapkan tongkat pelontar dan bola! 2.) Letakkan bola di dalam pelontar! 3.) Pegang tongkat pelontar dan posisikan tangan sejajar dengan pundak! 4.) Lemparkan bola dengan sedikit hentakan! <p>b. Soal-soal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) Gambarkanlah lintasan bola menurut pelempar! 2.) Tentukan arah gaya Magnus yang muncul dan jelaskan alasannya!

Rubrik penilaian tes ini memungkinkan peneliti untuk menentukan bagaimana mahasiswa menginterpretasikan kemampuannya dalam menjawab soal yang diberikan. Setelah uji pemahaman dilaksanakan, dilakukan wawancara terkait jawaban yang diberikan mahasiswa untuk mendeteksi bagaimana mahasiswa memahami materi yang telah dipelajari dan mengaplikasikannya dalam menyelesaikan persoalan terkait Efek Magnus pada kelas Fisika Dasar dan Kelas Matematika untuk Fisika. Cara perhitungan nilai persentase menggunakan persamaan (1).

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fenomena Efek magnus adalah manifestasi dari prinsip Bernoulli yang dipelajari dalam mata kuliah Fisika Dasar jenjang perkuliahan. Prinsip Bernoulli berkaitan tentang bagaimana besarnya tekanan dan kecepatan yang terjadi jika benda bergerak melewati fluida. Penelitian ini ditujukan untuk mengukur bagaimana pemahaman mahasiswa mengenai keterkaitan prinsip Bernoulli dan efek Magnus yang terjadi pada sebuah benda berbentuk silinder dan bola ketika bergerak dan mengalami spin di udara.

Analisis Data Tes Tertulis

Analisis data tes tertulis dilakukan untuk mengetahui persentase tingkat pemahaman mahasiswa disetiap kelas subjek yang diteliti. Langkah yang dilakukan yaitu melakukan pendataan jawaban dari setiap mahasiswa kemudian mencari presentase setiap jawaban yang muncul dari soal yang diberikan.

Instrumen yang digunakan dalam pengambilan data tes tertulis yaitu soal essay. Instrumen soal yang digunakan untuk pengambilan data di kelas Fisika Dasar terdiri dari 7 soal, sedangkan instrumen soal

yang digunakan untuk pengambilan data di kelas Matematika untuk Fisika 2 terdiri dari 8 soal.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan persentase tingkat pemahaman mahasiswa untuk kelas Fisika Dasar 1 dan kelas Matematika untuk Fisika 2 seperti pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Persentase Pemahaman Mahasiswa Kelas Fisika Dasar 1

Soal	Persentase Jawaban Benar (%)	Persentase Jawaban Salah (%)
S1	72.38	27.62
S2	72.50	27.50
S3	65.33	34.67
S4	50.86	49.14
S5	42.86	57.14
P1 a	65.71	34.28
P1 b	7.43	92.57
P2 a	2.86	97.14
P2b	2.86	97.14
Rata-rata	43.69	56.31

Pada kelas Fisika Dasar 1 didapatkan persentase pemahaman berdasarkan perhitungan analisis data dari jawaban mahasiswa. Pemahaman mahasiswa mengenai sifat-sifat fluida ideal mempunyai persentase 72.38%. Pada persoalan mengenai persamaan Bernoulli beserta besaran yang terlibat dalam aliran fluida persentase pemahaman mahasiswa sebesar 72,5%. Persentase pemahaman mahasiswa mengenai penerapan hukum Bernoulli berupa keterkaitan antara kecepatan dan tekanan yang terjadi pada peristiwa kertas yang ditiup (65,33%) dan sebuah cakram yang berspin bergerak di udara (50,85%). Persentase pemahaman mahasiswa mengenai persamaan matematis yang muncul karena perbedaan tekanan pada sebuah cakram yang bergerak di udara sebesar 42,86%. Selanjutnya setelah melakukan percobaan dan pertanyaan yang terlampir seperti pada Tabel 1 didapatkan presentase pemahaman mengenai lintasan yang terjadi pada pesawat gelas yang diterbangkan (65,71%), sedangkan untuk arah gaya Magnus yang

terjadi pada pesawat gelas sebesar (7,42%). Pada percobaan tongkat pelempar bola, pemahaman mahasiswa mengenai lintasan ketika bola terlempar dari tongkat (2,86%) dan arah gaya Magnus yang terjadi pada bola setelah terlempar (2,85%). Berikut persentase pemahaman mahasiswa kelas Matematika untuk Fisika 2 yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Pemahaman Mahasiswa Kelas Matematika untuk Fisika 2

Soal	Persentase Jawaban Benar (%)	Persentase Jawaban Salah (%)
S1	42.50	57.50
S2	53.75	46.25
S3	18.46	81.54
S4	29.29	70.71
S5	17.38	82.62
S6	32.69	67.31
P1 a	60	40
P1 b	58	42
P2 a	5	95
P2 b	0	100
Rata-rata	28.60	71.40

Pada kelas Matematika untuk Fisika 2 didapatkan persentase pemahaman berdasarkan perhitungan analisis data dari jawaban mahasiswa. Pemahaman mahasiswa mengenai perbedaan tekanan di setiap titik pada sebuah cakram yang bergerak di udara 42.50%. Persentase pemahaman mahasiswa mengenai penerapan hukum Bernoulli untuk menentukan perbedaan tekanan pada sebuah cakram yang bergerak dan berputar di udara 53.75%. Persentase pemahaman mahasiswa dalam membuktikan persamaan efek Magnus menggunakan elemen luas 18.46%. Persentase mahasiswa dalam membuktikan hasil persamaan diferensial dari gerak translasi dan rotasi bola 29.29%. Persentase pemahaman mahasiswa dalam menyelesaikan persamaan diferensial menggunakan metode deret 17.38%. Persentase pemahaman mahasiswa dalam menentukan persamaan gerak dan kecepatan bola yang mengalami efek magnus 32.69%. Presentase pemahaman mengenai lintasan yang terjadi pada pesawat gelas

yang diterbangkan 60.00%, sedangkan untuk arah gaya Magnus yang terjadi pada pesawat gelas sebesar 58.00%. Pada percobaan tongkat pelempar bola, pemahaman mahasiswa mengenai lintasan ketika bola terlempar dari tongkat 5.00% dan arah gaya Magnus yang terjadi pada bola setelah terlempar 0%.

Pemahaman yang dimiliki oleh mahasiswa mempengaruhi bagaimana pola jawaban yang diberikan pada tes tertulis. Sebelum mengambil data, materi dalam soal Fisika Dasar 1 dan Matematika untuk Fisika 2 telah disampaikan di kelas masing-masing. Permasalahan utama yang mempengaruhi pemahaman mahasiswa berdasarkan analisis adalah keterbatasan mahasiswa dalam mengingat materi yang telah diberikan sebagai Upaya pemecahan masalah pada soal-soal yang telah diberikan. Hal ini dikarenakan daya ingat yang dimiliki oleh mahasiswa berbeda-beda.

Proses penyimpanan informasi yang telah didapatkan oleh seorang individu merupakan suatu ingatan atau memori. Hampir setiap kegiatan yang bersifat kognitif, afektif dan psikomotor melibatkan ingatan. Oleh karena itu ingatan menjadi hal yang sangat penting dalam berbagai proses yang dialami manusia (Ellis dan hunt, 1993; Matlin 2016). Teori memori diusulkan oleh Atkinson dan Shiffrin (1968) yang menegaskan pada interaksi antara penyimpanan sensoris, memori jangka pendek (short term memory), dan memori jangka panjang (long term memory) (Rehalat, 2014).

Memori jangka pendek (STM) menurut teori Atkinson dan Shiffrin bersifat terbatas dalam menyimpan informasi. Informasi yang diterima oleh individu akan hilang dalam waktu 20-30 detik jika tidak diulang. STM dibutuhkan ketika seseorang menyelesaikan tugas-tugas kognitif sebagai memori kerja yang menjaga memanipulasi informasi (Musdalifah, 2019). STM menyebabkan individu sering mengalami kejadian lupa.

Memori jangka panjang (LTM) tidak mempunyai keterbatasan kapasitas dalam

menyimpan informasi sehingga individu tidak sering mengalami kejadian lupa. Informasi yang diterima oleh seseorang masuk ke dalam LTM ketika terjadi pengulangan informasi. Pemberian informasi melalui proses mnemonic, yaitu suatu strategi yang dipelajari untuk membantu kinerja ingatan yang dapat dioptimalkan dengan latihan juga mampu mendorong informasi masuk ke LTM. Selain itu, pemberian tes secara berulang mampu meningkatkan LTM terhadap informasi yang diberikan. Gejala meningkatnya LTM akibat pemberian tes disebut testing effect (Herdiani *et al.*, 2023).

SIMPULAN

Penggunaan alat peraga yang digunakan sebagai instrumen untuk mengukur pemahaman mahasiswa pada materi Fluida Dinamis menunjukkan bahwa persentase pemahaman rata-rata terkait pemahaman dasar Bernoulli pada mahasiswa kelas Fisika Dasar 1 sebesar 43,68% sedangkan persentase pemahaman Fluida Dinamis terkait interpretasi analisis matematis di kelas Matematika untuk Fisika 2 sebesar 28,60%.

Faktor yang mempengaruhi hasil persentase tersebut diantaranya yaitu terjadi miskonsepsi pada mahasiswa, STM (*Short Term Memory*), LTM (*Long Term Memory*) dan tidak adanya kemauan mahasiswa untuk memecahkan masalah yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ellis, H., & Hunt, R. R. (1993). *Fundamentals of Cognitive Psychology, 5th Edition*. Wm C. Brown Communications, Inc, Dubuque: Iowa.
- Herdiani, R.T., Muhammad. A. R., Mika. S., Sulaiman., Desni. Y., Thika. M., Kinik, D., Syahabbuddin., Tengku I. (2023). *Psikologi Kognitif*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Listiyanto, L. (2013). *Penerapan Kerucut Anti-Gravitasi untuk Mengetahui Tingkat Pemahaman Mahasiswa*

Fisika Terhadap Konsep Mekanika. Universitas Negeri Semarang

- Matlin, M. W. (1998). *Cognition (4th Edition)*. Harcourt Brace CollegePublisher.
- Musdalifah, R. (2019). Pemrosesan dan Penyimpanan Informasi pada Otak Anak dalam Belajar: Short Term and LongTerm Memory. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan Islam*, 17(2), 217-235.
- Muttaqin, A. S. (2019). *Pengembangan Alat Peraga Pipa Pitot sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA/MA kelas XI pada Sub Materi Fluida Dinamis*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Pebriana, I. N., Sutopo, S., & Diantoro, M. (2018). Dampak Program Resitasi Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Topik Fluida Dinamis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3(8), 1110-1114.
- Rahmani, Y., Hamdani, D., & Risdianto, E. (2022). Pengembangan Alat Peraga Eksperimen Fisika Dasar 1 pada Materi Viskositas Fluida. *Amplitudo: Jurnal Ilmu dan Pembelajaran Fisika*, 1(2), 128-137.
- Rehalat, A. (2014). Model Pembelajaran Pemrosesan Informasi. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 23(2), 1-10.
- Suarez, A., Kahan, S., Zavala, G., & Marti, A. C. (2017). Students' Conceptual Difficulties in Hydrodynamics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 1-12.
- Sudjana, N. 2011. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Yanti, I. R., Trisna, S., Usmeldi, U., & Ramli, R. (2016). *Preliminary Research Pengembangan Modul Berbasis Problem Based Instruction pada Mata Kuliah Fisika Matematika I di STKIP PGRI Sumatera Barat*. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 5, pp. SNF2016-RND).

- Young, D. E., & Meredith, D. C. (2017). Using the Resources Framework to Design, Assess, and Refine Interventions on Pressure in Fluids. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 1–16.
- Zunafaroh, R., Putra, I. A., & Prihatiningtyas, S. (2020). Rekonstruksi Media Pembelajaran Video Scribe Listrik Dinamis untuk Siswa Kelas XII SMA/MA. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2), 79-84.

