



## **Evaluation of Prospective Physics Teacher Problem-Solving on the Topic of Gravity Newton's Law**

**Mukhammad Ibnu Adam, Jauhar Rosanah, & Muhammad Reyza Arief Taqwa \***

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Indonesia

\*Corresponding author: reyza.rief.fmipa@um.ac.id

**Abstract:** This research aims to obtain information regarding the problem-solving abilities of Universitas Negeri Malang students, specifically the topic of Gravity Newton's Law. This study employed a mixed-method approach with a sequential explanatory design, integrating quantitative and qualitative analyses. Quantitative data from test results were analyzed using descriptive statistics, followed by qualitative data collection and analysis to enrich the research findings. The research subjects were 13 students selected using random sampling technique with 5 questions as research instruments. The data were analyzed using the average percentage of each problem-solving indicator, based on Polya's problem-solving framework: understanding the problem, devising a plan, carrying out the plan, and reviewing the solution. The data obtained will be analyzed by calculating the average percentage of indicators for each question and using the Polya's problem-solving ability indicator. Based on data analysis, the average percentage for each problem-solving indicator was obtained, including: understanding indicators 82.30%, planning solutions 66.69%, calculating 65.35%, and checking again 46.15% as the lowest percentage. The average data for each problem-solving question was obtained: question 1 was 65.38, question 2 was 74.61, question 3 was 73.07, question 4 was 50, and question 5 was 56.15. It can be seen that students have difficulty determining the resultant force on 3 mass objects and integrating knowledge about resultant vectors.

**Keywords:** gravity Newton's law topic, Polya's problem-solving indicator, problem-solving abilities, prospective teacher students, students difficulty

## **Evaluasi Pemecahan Masalah Calon Guru Fisika pada Topik Hukum Gravitasi Newton**

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan memperoleh informasi terkait KPM (Kemampuan Pemecahan Masalah) mahasiswa Universitas Negeri Malang terkhusus topik Hukum Newton Gravitasi. Penelitian ini menggunakan *mixed-method* dengan desain *sequential explanatory*, berupa penggabungan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif yang diperoleh dari hasil tes dan dianalisis dengan statistik deskriptif, kemudian mengumpulkan dan menganalisis data kualitatif untuk meningkatkan hasil penelitian. Subjek penelitian berupa 13 mahasiswa yang dipilih dengan teknik random sampling dengan 5 soal sebagai instrumen penelitian. Data yang diperoleh akan analisis dengan perhitungan rata-rata persentase indikator tiap soal serta mengacu pada indikator KPM Polya. Indikator berupa: memahami masalah; merencanakan penyelesaian; melakukan perhitungan; dan memeriksa kembali hasil. Berdasarkan analisis data, didapatkan persentase rata-rata tiap indikator pemecahan masalah diantaranya: indikator memahami 82,30%, merencanakan penyelesaian 66,69%, menghitung 65,35%, dan memeriksa Kembali 46,15% sebagai persentase terendah. Data rata-rata setiap soal pemecahan masalah didapatkan: soal 1 sebesar 65,38, soal 2 sebesar 74,61, soal 3 sebesar 73,07, soal 4 sebesar 50, dan soal 5 sebesar 56,15. Dapat diketahui mahasiswa mengalami kesulitan untuk menentukan resultan gaya pada 3 objek bermassa serta mengintegrasikan pengetahuan tentang resultan vektor.

**Kata kunci:** indikator KPM Polya, kemampuan pemecahan masalah, kesulitan mahasiswa, mahasiswa calon guru, topik hukum Newton gravitasi

## PENDAHULUAN

Keterampilan abad 21 merupakan keterampilan yang harus dimiliki dalam menyelesaikan tantangan terutama dalam dunia kerja salah satunya KPM (Kemampuan Pemecahan Masalah) (Dewi, 2019; Malik et al., 2019; Setiawan et al., 2018). KPM menjadi indikator penting sebagai hal yang fundamental pembelajaran fisika di sekolah (Dewi, 2019; Gök, 2010). Oleh karena itu, pemecahan masalah dalam fisika penting untuk dipelajari terutama bagi calon guru fisika yang akan mengajar pada jenjang pendidikan menengah. Hal ini dikarenakan, fisika erat kaitannya dengan implementasi konsep dikeseharian yang cakupan topiknya berbasis pemecahan masalah (Amanah et al., 2017; Purnamasari et al., 2021). Oleh karena itu, Pemecahan masalah dalam fisika merupakan variabel penting untuk dibahas dalam satu kesatuan pembelajaran.

Berbagai konsep dalam sub-topik gravitasi newton mempelajari sistem benda yang kompleks serta abstrak bagi beberapa pelajar (Rahayu et al., 2019). Gravitasi juga berperan penting dalam keteraturan sistem tata surya (Siregar, 2017). Materi Hukum Gravitasi Newton memiliki hubungan erat dengan kehidupan sehari-hari baik astronomi hingga kebumian (Erwin et al., 2017; Serway, 2013; Sparavigna, 2013). Hukum Gravitasi Newton dalam fisika merupakan satu diantara banyak topik yang memerlukan KPM yang baik.

Diketahui dari penelitian sebelumnya bahwa tingkat KPM peserta didik topik Hukum Gravitasi Newton tergolong rendah yakni dengan rata-rata 21 (Dewi, 2017). Penelitian lain terkait hasil belajar siswa menggunakan pendekatan *problem-solving* Hukum Newton gravitasi juga masih berada di kategori rendah yakni dengan rata-rata 67,53 (Karanggulimu, 2021). Banyak pelajar tidak mampu menganalisis konsep dalam memecahkan masalah terkait gravitasi (Nikat et al., 2017). Hal ini dapat disebabkan oleh peserta didik yang sering menggunakan persamaan matematis tanpa menganalisis permasalahan terlebih dahulu. Peserta didik cenderung langsung menebak rumus dan menghafalkan contoh soal yang telah dikerjakan kemudian, mencocokkan kesamaan penyelesaian untuk mengerjakan soal lainnya. Kondisi demikian mengakibatkan peserta didik hanya dapat mengerjakan soal yang mirip dengan contoh soal sebelumnya. Saat mendapati soal yang berbeda bahkan sedikit dirubah dengan soal sebelumnya, membuat mereka kesulitan, berhenti ditengah pengerjaan bahkan tidak dapat mengerjakan (Agusalim, 2018; Maulani, 2022; Violiska, 2024).

Penelitian yang berkaitan dengan KPM pada materi Hukum Gravitasi Newton sudah pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian sebelumnya, membahas peningkatan KPM siswa pada materi Hukum Gravitasi Newton melalui model *project-based learning* dan juga strategi pemecahan masalah dalam meningkatkan KPM pada topik Hukum Newton, Hukum gravitasi Newton, dan usaha energi (Agusalim, 2018; Dewi, 2017). Dari penelitian tersebut, belum ada fokus pembahasan lebih mendalam terkait identifikasi KPM mahasiswa pada topik Hukum Gravitasi Newton.

Maka dari itu, fokus penelitian ini berupa identifikasi level KPM dalam mencari solusi permasalahan yang berkaitan dengan topik Hukum Gravitasi Newton. Berbagai permasalahan yang diberikan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk esai atau uraian dan menggunakan panduan pengerjaan berdasarkan indikator KPM. Hal ini sangat penting mengingat perlunya memperbaiki cara berfikir dengan menggunakan strategi ilmiah untuk memudahkan mahasiswa menemukan informasi guna memecahkan masalah yang ada.

## METODE PENELITIAN

Penelitian deskriptif ini untuk mengidentifikasi secara dalam KPM mahasiswa calon guru fisika materi Hukum Gravitasi Newton. Dengan menggunakan *mixed method*, berupa gabungan antara penelitian kuantitatif dan kualitatif dengan desain *sequential explanatory*. Data yang diperoleh ada dua yakni kuantitatif yang akan dianalisis dengan mengolahnya menggunakan statistik deskriptif, kemudian mengumpulkan dan menganalisis kembali menjadi data kualitatif (Rokhmat et al., 2020; Tanti et al., 2021). Subjek penelitian merupakan 13 mahasiswa jurusan fisika yang telah memperoleh mata kuliah fisika dasar 1 pada perkuliahan. Instrumen penelitian berupa 5 soal Esai yang memuat memuat 4 indikator pemecahan masalah berurutan sebagaimana indikator Polya diantaranya memahami, merencanakan penyelesaian, menghitung, dan memeriksa kembali (Polya, 1985; Setyono et al., 2016). Kategori KPM ditentukan dan dikelompokkan berdasarkan adaptasi dari penelitian (Jua et al., 2018). Nilai penyelesaian masalah dibagi sebagai berikut: nilai dibawah 50,75 terbilang sangat rendah; antara 50,76 sampai 65,25 dalam klasifikasi rendah; 625, 26 sampai 79, 25 dalam klasifikasi cukup; 79,26 sampai 94,25 terbilang tinggi; terakhir 94,26 keatas KPM sangat tinggi. Rubrik penilaian indikator KPM mengacu pada teori Polya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

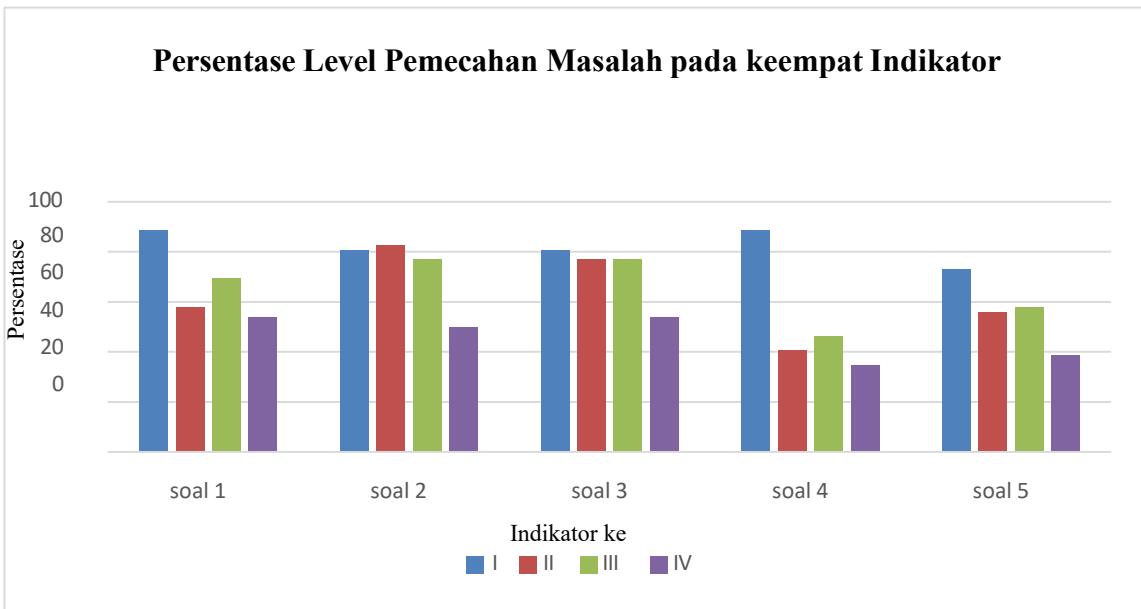
Data penelitian terkait KPM mahasiswa topik Hukum Gravitasi Newton yang telah didapatkan dari 13 mahasiswa Fisika Universitas Negeri Malang sebagaimana Tabel 1. Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui KPM mahasiswa pada topik Hukum Gravitasi Newton tergolong rendah dengan persentase nilai sebesar 63,85% sebagaimana penelitian terdahulu (Aji et al., 2017; Handayani, 2019; Makrufi, 2021; Rahmatsyah, 2020). Dari data dalam tabel tersebut juga diketahui bahwa ada mahasiswa dengan nilai tertinggi 88%. Data terendah juga menunjukkan angka 24%. Menurut data penyimpangan sebesar 16,26% juga menunjukkan angka yang menunjukkan keragaman kemampuan mahasiswa untuk mengerjakan pemecahan masalah topik Hukum Newton Gravitasi ini.

**Tabel 1.** Statistika Deskriptif Level KPM pada Mahasiswa

Statistik	Skor (%)
Rata – Rata	63,85
Nilai Tertinggi	88,00
Nilai Terendah	24,00
Standar Deviasi	16,26

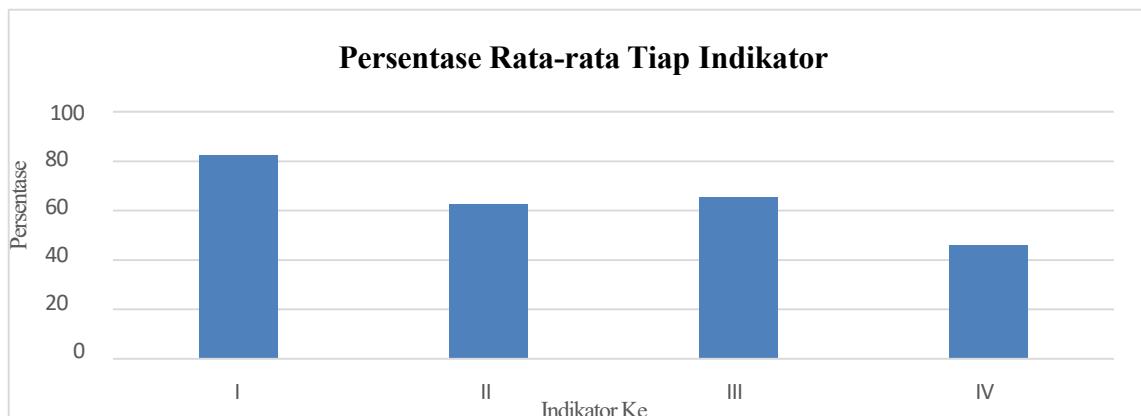
Keseluruhan KPM tiap indikator tiap soalnya disajikan dalam Gambar 1. Gambar 1 didapatkan bahwa pada soal 1,2, 3 dan 4 mahasiswa termasuk dalam kriteria tinggi pada indikator memahami masalah, hanya pada soal ke-5 saja mahasiswa termasuk dalam kriteria cukup sebagaimana penelitian sebelumnya (Sugiarto et al., 2016). Soal ke-2 termasuk dalam kategori tinggi untuk indikator membuat rencana pemecahan. Pada soal ke-3 mahasiswa termasuk dalam kriteria cukup pada indikator merencanakan solusi. Sedangkan, soal pertama dan ke-5 indikator membuat rencana pemecahan termasuk dalam kriteria rendah, dan pada soal ke-4 tergolong sangat rendah. Soal ke-2 dan ke-3 kemampuan mahasiswa dalam melakukan perhitungan masuk dalam kriteria cukup, Soal pertama dan ke-5 tergolong rendah, sedangkan soal ke-4 tergolong sangat rendah

(Sudama, 2016). Berdasarkan Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa mahasiswa paling banyak mengalami kesulitan saat mengerjakan dan menyelesaikan soal ke-4 dan ke-5.



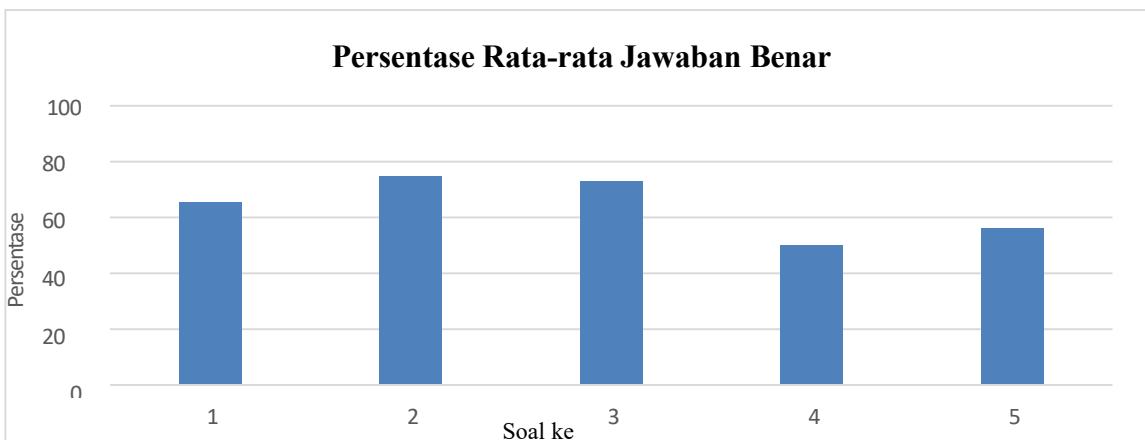
**Gambar 1.** Persentase Level Pemecahan Masalah pada Keempat Indikator

Data berikutnya berupa persentase skor rata-rata setiap indikator sebagaimana Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan indikator pertama memperoleh persentase tertinggi untuk memahami permasalahan sebesar 82,3%. Indikator 3 memperoleh persentase rata-rata 65,35%, indikator 2 sebesar 62,69%, dan indikator ke-4 dengan persentase terkecil 46,15%. Berdasarkan analisis data rata-rata persentase tiap indikator, KPM mahasiswa calon guru fisika pada topik Hukum Gravitasi Newton pada tingkatan “tinggi” pada indikator pertama. Sedangkan indikator ketiga tergolong dalam kategori “cukup”, indikator kedua tergolong dalam kategori “rendah”, dan indikator 4 tergolong dalam kategori “sangat rendah” sebagaimana hasil penelitian terdahulu (Sudarma, 2016). Dari hasil analisis didapatkan hasil bahwa kesulitan mahasiswa untuk menyusun perencanaan penyelesaian dari masalah yang diberikan, banyaknya kesalahan mahasiswa pada tahap perhitungan serta masih tidak melakukan ataupun kurang teliti dalam memeriksa kembali terkait penyelesaian telah dieksekusi.



**Gambar 2.** Diagram Data Persentase Skor Rata-rata Tiap Indikator

Dari gambar 3 menunjukkan banyak mahasiswa kesulitan memecahkan masalah pada soal ke-4 dengan nilai rata-rata 50. Sedangkan soal ke-2 paling banyak dijawab benar dengan nilai rata-rata 74,62. Soal ke-3 dengan nilai rata-rata sebesar 73,07. Soal pertama dengan nilai rata-rata 65,38. Terakhir, soal ke-5 dengan nilai rata-rata sebesar 56,15. Dari 13 mahasiswa, soal ke-4 dan ke-5 merupakan soal yang banyak ditemukan kesalahan pemecahan masalah disetiap indikatornya dengan banyak ditemukannya mahasiswa tidak paham atau gagal paham kondisi kontekstual soal secara menyeluruh, hingga menghasilkan solusi atau perencanaan yang kurang lengkap atau bahkan berhenti atau menyerah membuat perencanaan penyelesaian (Agusalim, 2018; Maulani, 2022; Violiska, 2024). Di lain sisi ada mahasiswa yang mampu menjawab permasalahan tetapi kurang atau bahkan tidak utuh dalam menemukan informasi yang diketahui di soal baik tersirat maupun tersurat. Banyak mahasiswa yang melewatkhan tahap memeriksa kembali jawaban sehingga, ditemukan jawaban akhir kurang tepat bahkan salah dalam konteks evaluasi penyelesaian masalah (Jua et al., 2018). Kemampuan pemecahan masalah dapat dikembangkan melalui penyajian lembar kerja yang efektif (Nurliawaty et al., 2017).



**Gambar 3.** Persentase Rata-rata Jawaban Benar

Pada soal pertama yang berkaitan dengan Hukum Kepler III, kesulitan mahasiswa banyak dialami pada indikator membuat perencanaan dan memeriksa kembali jawaban. Mahasiswa cenderung menyajikan rencana penyelesaian yang kurang lengkap bahkan terdapat mahasiswa yang salah dalam merencanakan penyelesaiannya. Persamaan Hukum Kepler III yang digunakan dalam merencanakan penyelesaian belum sepenuhnya tepat dikarenakan kurang teliti mahasiswa dalam penggunaan pangkat dalam rumus maupun perencanaan yang akan digunakan (Yaumi, 2019). Hal inilah yang menjadikan mahasiswa dalam melakukan perhitungan masih dalam kriteria rendah. Tak jarang mahasiswa hanya menuliskan rumus penyelesaian namun tidak menyertakan penjelasan mengapa menggunakan rumus tersebut dalam merencanakan penyelesaian. Selain itu, pada tahap memeriksa kembali hanya 13% mahasiswa yang melakukan pemeriksaan jawaban secara menyeluruh dan tepat. Sebagian besar mahasiswa kurang teliti bahkan tidak melakukan pemeriksaan kembali jawaban (Jua et al., 2018).

Soal ke-2 berkaitan dengan medan gravitasi, kesulitan mahasiswa banyak terjadi pada tahapan perhitungan sampai memeriksa kembali. 31% mahasiswa kurang teliti dalam melakukan perhitungan seperti pada penulisan hasil akhir, sehingga berakibat pada kesalahan dalam menyelesaikan persoalan yang diberikan. Sebagian besar mahasiswa sudah memahami terkait permasalahan yang diberikan dan bagaimana merencanakan penyelesaiannya (Taqwa, 2018; Yaumi, 2019). Namun terdapat 8% mahasiswa yang

tidak melakukan tahap perencanaan dan melakukan perhitungan dikarenakan lupa rumus dan belum memahami konsep medan gravitasi. Pada tahapan pemeriksaan kembali jawaban, didapati 38% mahasiswa kurang teliti bahkan 31% mahasiswa tidak melakukan tahap pemeriksaan Kembali (Jua et al., 2018).

Soal ke-3 berkaitan dengan gaya gravitasi pada dua benda bermassa, 81% mahasiswa sudah dapat memahami masalah dengan baik sebagaimana (Simamora, 2017). Namun, masih kurang cakap dalam merencanakan penyelesaian masalah dan melakukan perhitungan. 15% mahasiswa didapati kurang teliti dalam melakukan perhitungan sehingga berakibat pada hasil penyelesaian yang tidak sesuai (Jua et al., 2018). Disamping itu, terdapat 15% mahasiswa yang tidak melakukan perhitungan sama sekali dikarenakan tidak mengetahui bagaimana cara merencanakan penyelesaian terkait permasalahan yang diberikan. Hal tersebut dapat terjadi karena kurangnya pemahaman konseptual topik gaya gravitasi pada dua benda bermassa (Taqwa, 2018). Pada soal ke-3 ini, 54% mahasiswa kurang teliti bahkan tidak melakukan pemeriksaan.

Soal ke-4 yang berkaitan dengan resultan gaya maupun interaksi 3 objek bermassa. Sebagian besar mahasiswa yakni 88% sudah dapat memahami maksud atau kontekstual dari permasalahan yang diberikan (Taqwa, 2018). Namun, mahasiswa masih kurang cakap dalam merencanakan penyelesaian masalah hingga memeriksa kembali jawaban. 40% mahasiswa didapati menyajikan rencana penyelesaian masalah yang kurang lengkap, yakni hanya sampai pada tahapan memperoleh masing-masing gaya yang berinteraksi pada salah satu kondisi yaitu gaya pada BA dan BC tanpa menyertakan rencana penyelesaian untuk mengetahui seluruh gaya yang bekerja pada objek B. Saat melakukan perhitungan mahasiswa cenderung kurang teliti sehingga berakibat pada salahnya nilai penyelesaian yang diberikan. Terdapat mahasiswa yang menggunakan persamaan gaya gravitasi pada satu titik untuk mengetahui nilai besar gaya yang berinteraksi antar dua objek bermassa. Selain itu juga terdapat 13% mahasiswa yang salah dalam menyusun rancangan penyelesaian, dengan mengalikan kembali hasil gaya gravitasi yang timbul pada dua objek bermassa dengan konstanta gravitasi. Bahkan terdapat mahasiswa yang tidak menuliskan rencana penyelesaian hingga menuliskan kembali jawaban dikarenakan belum memahami konsep hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya berkaitan dengan topik resultan vektor (Husnul, 2017; Muhsina et al., 2015).

Pada soal ke-5 yang berkaitan dengan kelajuan dalam orbit satelit, mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam merumuskan perencanaan masalah yang akan digunakan (Sagita et al., 2018). 23% mahasiswa menentukan besarnya kelajuan minimum menggunakan persamaan:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad (1)$$

Mahasiswa yang menggunakan rumus tersebut, tidak meninjau konsep terkait energi kinetik oleh satelit minimal harus sama dengan energi potensial gravitasi yang dimiliki satelit pada permukaan planet melainkan hanya berdasarkan pada mengingat-ingat rumus yang sekiranya dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut (Halliday, 2013). Dapat disimpulkan bahwa beberapa masih belum memahami konsep kelajuan dalam orbit sehingga belum mampu merumuskan rencana penyelesaian masalah yang tepat. 54% mahasiswa lain juga kurang teliti saat melakukan perhitungan sehingga berakibat pada hasil penyelesaian masalah yang tidak sesuai dengan yang semestinya. 13% mahasiswa bahkan tidak melakukan perencanaan hingga memeriksa kembali jawaban dikarenakan belum memahami konsep (Adam et al., 2025).

## SIMPULAN DAN SARAN

Dari analisis data menunjukkan bahwa KPM mahasiswa tergolong rendah dengan persentase nilai rata-rata 63%. Indikator KPM tertinggi berada pada indikator pertama untuk memahami soal dengan persentase rata-rata 82,3%. Indikator menghitung dengan nilai rata-rata 65,35%, diikuti oleh indikator merencanakan pemecahan sebesar 62,69%, dan indikator memeriksa kembali dengan nilai rata-rata terkecil 46,15%.

Rata-rata persentase tiap soal benar yang diperoleh mahasiswa diantaranya 65,38% untuk soal pertama; 74,61% untuk ke-2; 73,08% untuk soal ke-3; 50% untuk soal ke-4, dan 56,15% untuk soal ke-5. Mahasiswa mengalami kesulitan terbesar dalam mengerjakan soal ke-4 kemudian, disusul pada soal ke-5 yakni yang berkaitan dengan resultan gaya maupun interaksi 3 objek bermassa dan kelajuan orbit satelit. Mahasiswa cenderung belum memahami konsep sepenuhnya sehingga dalam mengerjakan soal hanya berlandaskan pada menghafal rumus yang diperlukan untuk menyelesaikan persoalan yang ada. Penelitian ini hanya membahas terkait KPM masalah Hukum Gravitasi Newton mahasiswa, selebihnya saran penelitian selanjutnya dapat dikembangkan suatu metode atau media yang berpotensi meningkatkan KPM tersebut pada mahasiswa.

## BIBLIOGRAPHY

- Adam, M. I., Adha, A. R., Alfina, N. L., & Taqwa, M. R. A. (2025). Analysis of Dynamic Fluid Problem-Solving Ability in Prospective Physics Teacher. *Proceeding International Conference on Religion, Science and Education*, 4, 1327–1334. <https://sunankalijaga.org/prosiding/index.php/icrse/article/view/1578>
- Agusalim, A. (2018). *Penerapan Strategi Problem Solving untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik dalam Pembelajaran Fisika*. (Skripsi Sarjana, Universitas Muhammadiyah Makasar).
- Aji, S., Hudha, M., & A Rismawati. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Science Education Journal*, 1(1), 36–51. <https://doi.org/10.21070/sej.v1i1.830>
- Amanah, P. D., Harjono, A., & Gunada, I. W. (2017). Kemampuan Pemecahan Masalah dalam Fisika dengan Pembelajaran Generatif Berbantuan Scaffolding dan Advance Organizer. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(1), 84–91. <https://doi.org/10.29303/jpft.v3i1.334>
- Dewi, B. (2017). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Melalui Penerapan Model Project Based Learning. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 8(1), 8–13. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v8i1.1331>
- Dewi, G. (2019). The Needs Analysis on Module Development Based on Creative Problem Solving Method to Improve Students' Problem Solving Ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1153(1), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1153/1/012129>
- Erwin, E., Hayat, M. S., & Sutarno, S. (2017). Epistemologi dan Keterbatasan Teori Gravitasi. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 9(1), 33–40. <https://doi.org/10.30599/jti.v9i1.79>
- Gök, T. (2010). The Effects of Problem Solving Strategies on Students' Achievement, Attitude and Motivation. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4, 7–21. [https://www.researchgate.net/publication/41822980\\_The\\_Effects\\_of\\_Problem\\_Solving\\_Strategies\\_on\\_Students'\\_Achievement\\_Attitude\\_and\\_Motivation](https://www.researchgate.net/publication/41822980_The_Effects_of_Problem_Solving_Strategies_on_Students'_Achievement_Attitude_and_Motivation)
- Halliday, D. (2013). *Fundamentals of Physics* (J. W. & Walker (ed.)).

- Handayani, E. (2019). Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Media Phet Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Tingkat SMA Pada Materi Pokok Fluida Dinamis. *INPAFI (Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 8(1), 57–64. <https://doi.org/http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/inpafi>
- Husnul, H. (2017). *Pengembangan Buku Ajar Fisika Kelas XI MA Bercirikan Unity of Sciences pada MATERI Kinematika Gerak, Hukum Gravitasi Newton, dan Elastisitas dan Hukum Hooke*. (Skripsi Sarjana, UIN Walisongo Semarang).
- Jua, S. K., Sarwanto, & Sukarmin. (2018). The Profile of Students' Problem-Solving Skill in Physics Across Interest Program in the Secondary School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1022(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1022/1/012027>
- Karanggulimu, Y. (2021). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Fisika dengan Pendekatan Pembelajaran Problem Solving pada Siswa Kelas XI MIPA 4 SMA Negeri 1 Maumere. *Journal on Teacher Education*, 3(1), 85–93. <https://doi.org/10.31004/JOTE.V3I1.2702>
- Makrufi, A., Hidayat, A., Muhardjito, & Sriwati, E. (2021). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Fluida Dinamis. *jurnal.unej.ac.id*, 4(5), 332–340. <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/3604>
- Malik, A., Chusni, M. M., & Yanti. (2019). Enhancing Student's Problem-Solving Ability Through Collaborative Problem Solving (CPS) on Simple Harmonic Motion Concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1175(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012179>
- Maulani, R. (2022). *Analisis Kesulitan Peserta Didik dalam Memecahkan Soal Fisika pada Materi Bunyi Berdasarkan Proses Berpikir Vincent Ryan Ruggiero*. (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).
- Muhsina, M., Werdhiana, I. K., & Pasaribu, M. (2015). Pengaruh Urutan Pemberian Materi Pembelajaran (Sequenced) dengan Model Fragmented dan Model Connected Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Vektor di SMA Negeri 1 Palu. *Mitra Sains*, 3(2), 17–23. <https://doi.org/10.22487/MITRASAINS.V3I2.104>
- Nikat, R., Parno, & Latifah, E. (2017). Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik pada Materi Usaha dan Energi. *Pros. Semnas Pend. IPA Pascarasjana UM*, 2(2017), 271–277. <https://www.academia.edu/download/93987893/267023965.pdf>
- Nurliawaty, L., Mujasam, M., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2017). Lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis problem solving Polya. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 6(1), 72–81. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v6i1.9183>
- Polya, G. (1985). *How To Solve It* 2nd ed Princeton University Press. In New Jersey. [https://scholar.google.com/scholar?](https://scholar.google.com/scholar)
- Purnamasari, L., Hakim, A., Sulaeman, N. F., & Darmadianingsih. (2021). Eksplorasi Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA dengan Model Discovery Learning pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 2(1), 9–22. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v2i1.433>
- Rahayu, A. Y., Syuhendri, S., & Sriyanti, I. (2019). Analisis Pemahaman Konsep Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Sriwijaya pada Materi Gravitasi Newton dengan Menggunakan NGCI Dan CRI Termodifikasi. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 3(1), 65. <https://doi.org/10.24036/jep/vol3-iss1/322>
- Rahmatsyah, S. (2020). *Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisikan Pada Materi Pokok Fluida Dinamis Di Kelas X Semester 1 SMK Swasta Teladan Medan*. (Skripsi Sarjana: Universitas Negeri Medan).

- Rokhmat, J., Marzuki, Kosim, & Verawati, N. N. S. (2020). The Causalitic Learning Model to Increase Students' Problem-Solving Ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572(1), 1–19. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1572/1/012068>
- Sagita, I., Medriati, R., & Purwanto, A. (2018). Penerapan Creative Problem Solving Model untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa Kelas XI MIA 4 MAN 2 Kota Bengkulu. *Jurnal Kumparan Fisika*, 1(3), 1–6. <https://doi.org/10.33369/jkf.1.3.1-6>
- Serway. (2013). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics* (9 ed.). Brooks/cole.
- Setiawan, A., Malik, A., Suhandi, A., & Permanasari, A. (2018). Effect of Higher Order Thinking Laboratory on the Improvement of Critical and Creative Thinking Skills. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 306(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/306/1/012008>
- Setyono, A., Nugroho, S. E., & Yulianti, I. (2016). Analisis Kesulitan Siswa dalam Memecahkan Masalah Fisika Berbentuk Grafik. *Upej*, 5(3), 32–39. <https://journal.unnes.ac.id/sju/upej/article/view/13729>
- Simamora, F. (2017). Pengaruh Penggunaan Modul Pembelajaran berbasis LCDS terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(3), 68. <https://doi.org/https://doi.org/10.29103/relativitas.v4i2.5257>
- Siregar, S. (2017). *Fisika Tata Surya*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITB. <https://doi.org/https://www.fttm.itb.ac.id/wp-content/uploads/sites/7/2018/02/e-Book-Fisika-Tata-Surya.pdf>
- Sparavigna, C. (2013). The Science of Al-Biruni. *International Journal of Sciences*, 1(12), 52–60. <https://doi.org/10.18483/ijsci.364>
- Sudarma, T. F. (2016). Penerapan Model Pembelajaran Inquiry Training Berbasis Just in Time Teaching (Jitt) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 2(1), 35–43. <https://doi.org/10.24114/jiaf.v2i1.3738>
- Sugiarto, M., Yani, A., & Amin, B. D. (2016). Studi Kemampuan Menyelesaikan Soal-soal Fisika Menurut Langkah Pemecahan Masalah Polya Pada Peserta Didik XI IPA SMA Negeri 1 Baraka Kabupaten Enrekang. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 12(2), 183–191. <https://doi.org/10.35580/jspf.v12i2.2171>
- Tanti, T., Kurniawan, D. A., Sukarni, W., Erika, E., & Hoyi, R. (2021). Description of Student Responses Toward the Implementation of Problem-Based Learning Model in Physics Learning. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1), 30. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i1.1787>
- Taqwa, M. (2018). Kekeliruan Memahami Konsep Gaya, Apakah Pasti Miskonsepsi? *Jurnal Inovasi*, 1(2), 1–8. <https://e-journal.hikmahuniversity.ac.id/index.php/jinovasi>
- Violiska, Y. (2024). *Analisis Kesulitan Mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika Dalam Menyelesaikan Soal Berdasarkan Minnesota Assessment of Problem Solving (MAPS) Pada Materi Usaha Dan Energi*. (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Fakultas Tarbiyah dan Keguruan).
- Yaumi, R. (2019). Pembelajaran Fisika Menggunakan Pemodelan untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Materi Hukum Newton Gravitasi dan Hukum Kepler. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 7(1), 21–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.23971/eds.v7i1.1001>