



## **Pengembangan E-Modul Dinamika Partikel Model Guided Discovery Learning Berbasis Stem Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Kemampuan Kolaborasi Peserta Didik**

**Naufal Rafiif Nafiyanto<sup>1\*</sup>, Irvany Nurita Pebriana, S.Pd., M.Pd.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia. Jalan Colombo No. 1, Karangmalang, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia

\* Korespondensi Penulis. E-mail: [narafif@gmail.com](mailto:narafif@gmail.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan e-modul dinamika partikel model guided discovery learning berbasis STEM, (2) mengetahui kelayakan e-modul hasil pengembangan, (3) menentukan keefektifan e-modul hasil pengembangan terhadap pemahaman konsep dan kemampuan kolaborasi, dan (4) menentukan profil pemahaman konsep dan kemampuan kolaborasi setelah pembelajaran. Penelitian ini merupakan jenis penelitian R&D dengan menggunakan model 4D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Dikembangkan e-modul dinamika partikel model guided discovery learning berbasis STEM menggunakan model 4D (2) E-modul hasil pengembangan memenuhi skor validasi 3,25 atau dalam kategori sangat baik, (3) E-modul hasil pengembangan efektif meningkatkan pemahaman konsep dengan effect size sebesar 1,29 atau kategori tinggi tetapi belum efektif meningkatkan kemampuan kolaborasi dengan effect size sebesar 0,19 atau kategori tidak signifikan. (4) Profil Pemahaman konsep untuk aspek interpretasi dan ekstrapolasi 4,91 dan 4,22 dengan kategori sangat baik. Untuk aspek komitmen, keaktifan, tanggung jawab, dan menghargai sebesar 3,28; 3,30; 3,31; dan 3,38 dengan kategori sangat baik.

**Kata Kunci:** E-modul Model Guided Discovery Learning, STEM, Dinamika Partikel, Pemahaman Konsep, Kemampuan Kolaborasi.

## ***Development Of A Particle Dynamic E-Module With STEM Based Guided Discovery Learning To Improve Students Conceptual Understanding And Collaboration Ability***

### **Abstract**

*This study aims to: (1) develop a particle dynamic e-module with STEM-based guided discovery learning, (2) determine the validity of the developed e-modules, (3) determine the level of effectiveness of the developed e-modules to increase conceptual understanding and collaboration skills, and (4) determining profiles of conceptual understanding and collaboration skills after learning. The model used in this study is the research and development (R&D) with 4D model. The results of this study indicate that: (1) The development of particle dynamic e-module with STEM-based guided discovery learning using 4D model (2) The developed e-module has fulfilled a validation score of 3.25 or excellent category, (3) The e-module developed is effective in increasing conceptual understanding with an effect size of 1.29 or high category but not effective in increasing collaboration abilities with an effect size of 0.19 or insignificant category. (4) The aspect interpretation and extrapolation learning profile in conceptual understanding are 4.19 and 4.22 in the excellent category. The aspect commitment, activeness, responsibility, and respect learning profile in collaboration ability are 3.28, 3.30, 3.31, and 3.38 in the excellent category.*

**Keywords:** *Guided Discovery Learning Based E-module, STEM, Particle Dynamics, Conceptual Understanding, Collaboration Ability.*

**How to Cite:** Nafiyanto, N.R., & Pebriana, I.N. (2023). Pengembangan E-Modul Dinamika Partikel Model Guided Discovery Learning Berbasis Stem Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Kemampuan Kolaborasi Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, IV(1)*, 28-37. doi:<http://dx.doi.org/10.21831/jpms.v11i2.65943>

**Permalink/DOI: DOI:** <http://dx.doi.org/10.21831/jpms.v11i2.65943>

## PENDAHULUAN

Dinamika partikel adalah salah satu materi penting fisika yang dipelajari oleh peserta didik kelas X SMA. Dinamika partikel mempelajari bagaimana hubungan antara gerak benda dan gaya yang menyebabkannya (Serway, 2018: 80). Dalam kurikulum 2013 dinamika partikel termasuk dalam salah satu kompetensi dasar yang berbunyi “Menganalisis interaksi pada gaya serta hubungan antara gaya, massa dan gerak lurus benda serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari”. Semua materi yang ada di alam berinteraksi dengan gaya sehingga mengikuti hukum dalam materi dinamika partikel (Petersen, 2015: 4).

Salah satu permasalahan dalam pembelajaran dinamika partikel adalah miskonsepsi hukum newton. Hukum newton mudah dinyatakan tetapi sulit untuk dipelajari. Hal ini dikarenakan sebelum peserta didik mempelajari materi hukum newton, peserta didik sudah terbiasa melakukan gerak sehingga menimbulkan ide gagasan mengenai gerak yang salah secara logis (Young, 2020: 128). Kesalahan ini dalam dunia pendidikan dikenal sebagai miskonsepsi. Miskonsepsi merupakan kesalahan dalam memahami konsep yang mengatur fenomena alam dan tidak sesuai dengan definisi ilmiah dan para ahli (Suparno, 2013: 4). Temuan penelitian oleh Kurniawan (2015: 3) menunjukkan bahwa peserta didik di indonesia masih mengalami miskonsepsi untuk materi dinamika partikel. Diperoleh persentase rata-rata miskonsepsi sebesar 45,7 % untuk peserta didik SMA di kabupaten nganjuk. Temuan lain dari Setyabudi (202:4) menunjukkan persentase miskonsepsi sebesar 39,5 % untuk peserta didik SMP di Surabaya. Miskonsepsi yang dijumpai pada penelitian tersebut adalah a) tidak ada gaya yang bekerja pada benda diam, b) benda yang massanya besar akan jatuh lebih dulu dari benda yang bermassa kecil, dan c) gaya berat dan gaya normal merupakan pasangan gaya aksi dan reaksi.

Upaya remediasi miskonsepsi pada materi hukum newton pernah dilakukan oleh penelitian Zulvita (2017: 134) di MAN Darussalam. Zulvita

mampu menurunkan miskonsepsi dari 44,8% menjadi 25,6% dengan metode eksperimen dan media PPT. Hal ini sesuai dengan penelitian Hamzah (2012: 11) bahwa aktivitas belajar berpengaruh terhadap pemahaman peserta didik akan materi yang diajarkan. Peserta didik yang aktif dalam kegiatan pembelajaran akan memiliki pemahaman yang lebih tinggi dibandingkan peserta didik yang tidak aktif.

Selain metode eksperimen, metode lain yang dinilai efektif meningkatkan aktivitas belajar model pembelajaran discovery dan pendekatan STEM. Penelitian dari Faradhillah (2021: 75) menunjukkan bahwa model pembelajaran discovery dapat meningkatkan pemahaman konsep lebih tinggi daripada pembelajaran konvensional pada materi hukum Newton. Peserta didik di kelas eksperimen yang menggunakan model discovery dapat mengeksplorasi dan menemukan konsep. Sedangkan kelas kontrol yang menggunakan model konvensional hanya menerima informasi dari ceramah yang membuat pengalaman belajar menjadi kurang bermakna. Penelitian dari Ate (2022: 254) menunjukkan bahwa buku ajar berbasis PjBL dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Melalui STEM, minat belajar peserta didik akan meningkat yang membuat peserta didik lebih aktif dan mampu mengasah kemampuan kognitifnya.

Selain menumbuhkan pemahaman konsep, pendidikan juga harus dapat meningkatkan keterampilan fungsional yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja (Pasal 26 ayat 3 UU No 20 tahun 2003). Salah satu kemampuan yang dibutuhkan dunia kerja dalam abad 21 adalah kemampuan kolaborasi (Trilling, 2009: 49). Trilling menjelaskan bahwa kemampuan kolaborasi ditunjukkan dengan kemampuan peserta didik untuk: bertanggung jawab dalam tugas kelompok, menghargai kontribusi anggota kelompok, menunjukkan kemauan berkompromi demi kepentingan bersama, dan dapat bekerja dalam kelompok yang luas.

Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan meningkatkan kemampuan kolaborasi adalah model discovery. Temuan dari Syafii

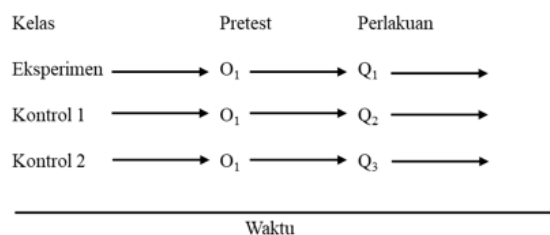
(2022: 24) menunjukkan bahwa model pembelajaran discovery berdampak positif terhadap keterampilan kolaborasi. Hal ini dibuktikan dengan skor keterampilan kolaborasi meningkat dari 76,77 % atau dalam kriteria tinggi menjadi 90,82 % atau kriteria sangat tinggi. Selain model pembelajaran discovery, pendekatan STEM juga dapat meningkatkan kemampuan kolaborasi peserta didik. Temuan dari Cholis (2020: 253) menunjukkan bahwa pendekatan STEM meningkatkan keterampilan kolaborasi dengan nilai gain 0,81 atau dalam kategori tinggi.

Solusi yang sudah dikembangkan sebelumnya belum mampu menangani permasalahan miskonsepsi dan kemampuan kolaborasi secara bersamaan. Oleh karenanya, akan digabungkan beberapa solusi yang sudah dipaparkan yaitu model discovery learning dan pendekatan STEM dalam sebuah penelitian yang bertujuan untuk: (1) mengembangkan e-modul dinamika partikel model guided discovery learning berbasis STEM, (2) mengetahui kelayakan e-modul hasil pengembangan, (3) menentukan tingkat keefektifan e-modul hasil pengembangan terhadap peningkatan pemahaman konsep dan kemampuan kolaborasi, dan (4) menentukan profil pemahaman konsep dan kemampuan kolaborasi setelah pembelajaran menggunakan modul hasil pengembangan. Dalam penelitian ini akan dikembangkan e-modul dinamika partikel model guided discovery learning berbasis STEM menggunakan model 4D.

**METODE**

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4D. Research and Development atau dapat diterjemahkan sebagai penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang bertujuan menghasilkan produk pendidikan seperti kebijakan, model, media, atau bahan ajar (Sofiyana, 2022: 10). Model 4D adalah model pengembangan yang terdiri atas beberapa prosedur atau tahapan yang berurutan yaitu define (pendefinisian), design (perancangan), develop (pengembangan), dan disseminate (penyebarluasan) (Thiagarajan, 1974: 5).

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah nonequivalent control group design. Untuk skema desain penelitian disajikan pada gambar berikut:



Keterangan:

- Eksperimen : Kelas X MIPA 4 SMA N 1 Seyegan
- Kontrol 1 : Kelas X MIPA 2 SMA N 1 Seyegan
- Kontrol 2 : Kelas X MIPA 3 SMA N 1 Seyegan
- O<sub>1</sub> : Pretest pemahaman konsep dan angket awal kemampuan kolaborasi
- Q<sub>1</sub> : E-modul dinamika partikel model *guided discovery learning* berbasis STEM
- Q<sub>2</sub> : E-modul dinamika partikel model *discovery learning* karya Amelia Rahma
- Q<sub>3</sub> : E-modul dinamika partikel model konvensional karya Herry Setiawan
- O<sub>2</sub> : Posttest pemahaman konsep dan angket akhir kemampuan kolaborasi

Gambar 1. Desain Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA N 1 Seyegan tahun pelajaran 2022/2023 pada tanggal 10 – 27 januari 2023 mengambil subjek peserta didik kelas X MIPA 2, X MIPA 3, dan XMIPA 4 semester 2. Uji coba lapangan dilaksanakan dengan jumlah peserta didik masing masing kelas 36 peserta didik. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, tes, angket, dan dokumentasi. Pretest dan Posttest dilakukan untuk mengukur pemahaman konsep. Angket awal dan angket akhir digunakan untuk mengukur kemampuan kolaborasi. Angket juga digunakan untuk validasi instrumen. Validasi dilakukan oleh dosen ahli dan praktisi. Data nilai dan validasi yang diperoleh diinterpretasikan berdasarkan ketentuan skor rerata ideal dan simpangan baku ideal (Mardapi, 2016: 146):

Tabel 1. Penilaian Skala 4

Rentang Skor	Kategori Sikap
$x \geq \bar{X}_i + 1,5 SB_i$	Sangat Baik
$\bar{X}_i + 1,5 SB_i > x \geq \bar{X}_i$	Baik
$\bar{X}_i > x \geq \bar{X}_i - 1,5 SB_i$	Kurang Baik
$x < \bar{X}_i - 1,5 SB_i$	Tidak Baik

Selain itu, reabilitas juga ditentukan dengan menggunakan percentage of agreement (PA) menggunakan rumus berikut (Trianto, 2010: 240):

$$PA = \left[ 1 - \frac{A - B}{A + B} \right] \times 100\%$$

Keterangan:

A = jumlah skor tertinggi

B = jumlah skor terendah

Instrumen reliabel jika didapatkan skor PA diatas 75%.

Gambar 2. Rumus PA

Untuk peningkatan pemahaman konsep diketahui dengan melakukan uji terhadap nilai pretest dan postest. Untuk peningkatan kemampuan kolaborasi diketahui dengan melakukan uji terhadap nilai angket awal dan akhir. Sebelum diuji nilai angket awal dan angket akhir akan diubah menggunakan metode MSI. Setelah diubah semua data akan diuji prasyarat terlebih dahulu yaitu: normalitas, homogenitas, dan korelasi. Uji hipotesis yang digunakan berdasarkan hasil prasyarat adalah uji Kruskal-Wallis dengan uji lanjutan Games-Howell. Diuji juga efek size untuk menentukan signifikansi penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelayakan E-Modul

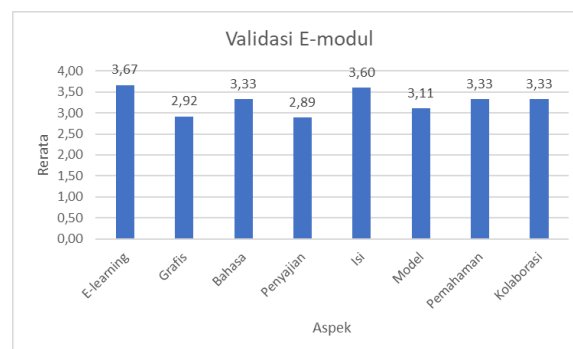
Penilaian kelayakan e-modul hasil pengembangan didasarkan pada penilaian validator dan data hasil respon peserta didik. Validator terdiri dari 1 validator ahli yaitu dosen dan 2 validator praktisi yaitu pendidik fisika di SMA N 1 Seyegan. Terdapat 8 aspek penilaian yang disajikan pada tabel dibawah:

Tabel 2. Tabel Validasi E-Modul

No	Aspek yang dinilai	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Rata-Rata	Kriteria	PA
1	E-learning	12	9	12	3,67	Sangat Baik	86%
2	Grafis	11	12	12	2,92	Baik	96%
3	Bahasa	4	3	3	3,33	Sangat Baik	86%
4	Penyajian	8	9	9	2,89	Baik	94%
5	Isi	19	20	15	3,6	Sangat Baik	86%
6	Model	16	22	18	3,11	Baik	84%
7	Pemahaman	4	3	3	3,33	Sangat Baik	86%
8	Kolaborasi	4	3	3	3,33	Sangat Baik	86%
Jumlah		78	81	75	3,25	Sangat Baik	96%

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa rerata keseluruhan semua aspek sebesar 3,25 dengan kategori sangat baik. Secara rinci terdapat 5 aspek dengan kategori sangat baik dan 3 aspek dengan kategori baik sesuai pada grafik diatas. Aspek e-learning mendapatkan rerata skor 3,67 dalam kategori sangat baik sehingga e-modul

dinyatakan layak berdasarkan aspek ini. Aspek grafis mendapatkan rerata skor 2,92 dalam kategori baik sehingga e-modul dinyatakan layak berdasarkan aspek ini. Aspek bahasa mendapatkan rerata skor 3,33 dalam kategori sangat baik sehingga e-modul dinyatakan layak berdasarkan aspek ini. Aspek grafis mendapatkan rerata skor 2,89 dalam kategori baik sehingga e-modul dinyatakan layak berdasarkan aspek ini. Aspek grafis mendapatkan rerata skor 3,60 dalam kategori sangat baik sehingga e-modul dinyatakan layak berdasarkan aspek ini. Aspek grafis mendapatkan rerata skor 3,11 dalam kategori baik sehingga e-modul dinyatakan layak berdasarkan aspek ini. Aspek grafis mendapatkan rerata skor 3,33 dalam kategori sangat baik sehingga e-modul dinyatakan layak berdasarkan aspek ini. Aspek grafis mendapatkan rerata skor 3,33 dalam kategori sangat baik sehingga e-modul dinyatakan layak berdasarkan aspek ini. Selain itu dianalisis juga reabilitas menggunakan persen persetujuan pada tabel 1. Secara berturut-turut nilai PA setiap aspek adalah: 86%, 96%, 86%, 94%, 86%, 84%, 86%, 86%, dan 96%. Semua aspek menunjukkan tingkat kesepakatan diatas 70% sehingga semua penilaian aspek reliabel. Hasil diatas disajikan sebagai grafik dibawah:



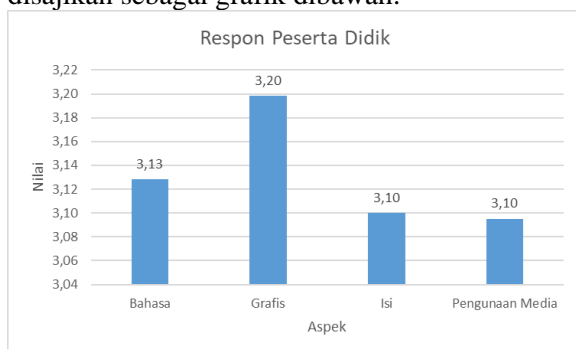
Gambar 3. Grafik Validasi E-Modul

Selain validasi oleh ahli dan praktisi, dijangir juga respon peserta didik terhadap modul. Respon peserta didik dijangir menggunakan angket untuk menilai aspek bahasa, grafis, isi, dan penggunaan media. Hasil dari analisis angket respon peserta didik disajikan dengan tabel berikut.

Tabel 3. Tabel Respons Peserta Didik

No	Aspek yang dinilai	Rata-Rata	Kriteria
1	Bahasa	3,12	Baik
2	Grafis	3,17	Baik
3	Isi	3,09	Baik
4	Penggunaan Media	3,09	Baik
Rerata		3,12	Baik

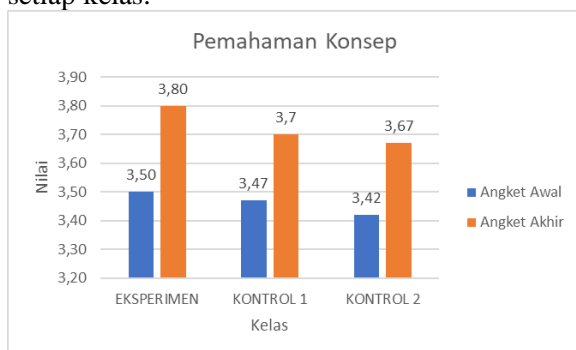
Dari analisis diperoleh nilai rata-rata 3,12 yang menunjukkan bahwa e-modul mendapatkan respon baik dari peserta didik. Semua aspek meliputi bahasa, grafis, isi, dan penggunaan media mendapatkan kategori baik. Hasil di atas disajikan sebagai grafik dibawah:



Gambar 4. Grafik Respon Peserta Didik

### Pemahaman Konsep

Untuk melihat pengaruh e-modul dinamika partikel terhadap pemahaman konsep dilakukan beberapa analisis diantaranya Kruskal-Wallis, Games-Howell dan efek size. Data yang digunakan dalam analisis berasal dari pretest dan posttest pemahaman konsep. Berikut disajikan grafik rata-rata nilai pretest dan posttest untuk setiap kelas:



Gambar 5. Grafik Pemahaman Konsep

Terlihat dari grafik bahwa setelah pembelajaran dinamika partikel terdapat peningkatan nilai pemahaman konsep untuk semua kelas. Jika diurutkan nilai rata-rata posttest setiap kelas diperoleh urutan sebagai berikut: kelas eksperimen, kelas kontrol 1, dan kelas kontrol 2. Untuk rata-rata nilai pretest setiap kelas diperoleh urutan sebagai berikut:

kelas eksperimen, kelas kontrol 2, dan kelas kontrol 1. Terlihat bahwa kelas eksperimen memiliki nilai tertinggi pada posttest atau mendapatkan hasil yang terbaik.

Dilakukan uji Kruskal-Wallis dengan hasil signifikansi sebesar 0,01 sehingga dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan nilai posttest setiap kelas. Uji Kruskal-Wallis hanya menentukan perbedaan saja untuk itu perlu dilakukan uji posthoc Games-Howell. Berdasarkan hasil uji posthoc Games-Howell diperoleh signifikansi 0,02 dan 0,01 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara posttest pemahaman konsep kelas eksperimen terhadap kelas kontrol 1 dan antara posttest pemahaman konsep kelas eksperimen terhadap kelas kontrol 2. Dilihat pada mean difference, posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol 1 memiliki mean difference 13,27. Untuk posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol 2 memiliki mean difference 11,07. Hal ini menunjukkan peningkatan pemahaman konsep kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol 1 dan kelas kontrol 2. Mengacu juga pada skor efek size penelitian pada tabel 31 diperoleh skor 1,29 yang menunjukkan signifikansi tinggi. Jadi dapat disimpulkan bahwa e-modul dinamika partikel hasil pengembangan efektif meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

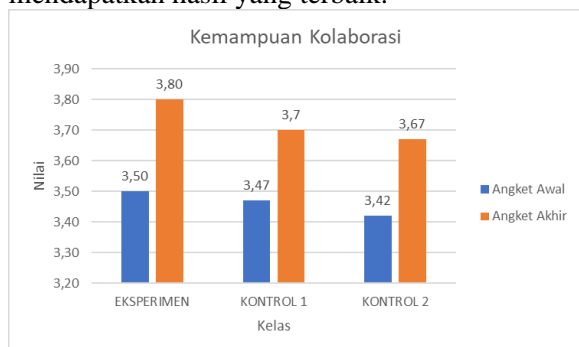
Temuan tersebut sesuai dengan penelitian Kaharuddin Arifah (2020: 151) yang menunjukkan bahwa metode guided discovery memberikan kesempatan berperan aktif dan belajar terstruktur sehingga dapat menumbuhkan minat belajar dan pemahaman konsep yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini, peserta didik kelas eksperimen terlihat tertarik bahkan mencoba-coba sendiri tugas simulasi sebelum diberikan petunjuk. Peserta didik juga terlihat aktif dalam memberikan gagasan atas video yang ditayangkan pada stimulasi. Hal ini tentunya menunjukan bahwa peserta didik memiliki minat belajar yang tinggi yang berpengaruh pada pemahaman konsepnya. Selain itu keaktifan peserta didik juga menunjukan bahwa peserta didik tidak hanya mendengar dan menghafal tetapi juga berpartisipasi langsung dalam menemukan konsep yang dipelajari. Hal ini sejalan dengan temuan Maulidar (2016: 74) yang menunjukan bahwa guided discovery membuat peserta didik lebih paham karena menemukan langsung materi yang dipelajari.



### Kemampuan Kolaborasi

Untuk melihat pengaruh e-modul dinamika partikel terhadap kemampuan kolaborasi peserta didik dilakukan beberapa analisis diantaranya Kruskal-Wallis, Games-Howell dan efek size. Data yang digunakan dalam analisis berasal dari angket awal dan angket akhir kemampuan kolaborasi. Berikut disajikan grafik rata-rata nilai angket awal dan angket akhir untuk setiap kelas:

Terlihat dari grafik bahwa setelah pembelajaran dinamika partikel terdapat peningkatan nilai kemampuan kolaborasi untuk semua kelas. Jika diurutkan nilai rata-rata angket akhir setiap kelas diperoleh urutan sebagai berikut: kelas eksperimen, kelas kontrol 1, dan kelas kontrol 2. Untuk rata-rata nilai angket awal setiap kelas diperoleh urutan sebagai berikut: kelas eksperimen, kelas kontrol 1, dan kelas kontrol 2. Terlihat bahwa kelas eksperimen memiliki nilai tertinggi pada angket akhir atau mendapatkan hasil yang terbaik.



Gambar 6. Grafik Kemampuan Kolaborasi

Dilakukan uji Kruskal-Wallis dengan hasil signifikansi 0,01 yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan nilai angket akhir setiap kelas. Maka dari itu tidak dilakukan uji posthoc Games-Howell. Diperoleh juga skor efek size 1,9 yang menunjukkan tidak signifikan. Jadi dapat disimpulkan bahwa e-modul dinamika partikel hasil pengembangan tidak efektif meningkatkan kemampuan kolaborasi peserta didik.

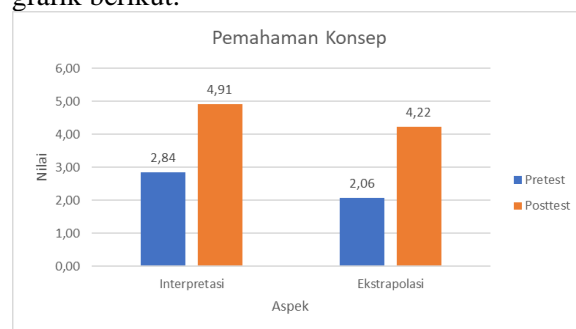
Walaupun efek size menunjukkan kategori tidak signifikan jika dibandingkan kelas kontrol tetapi tetap ada perubahan positif dilihat dari jumlah perolehan kategori sangat baik peserta didik. Perbedaan yang tidak signifikan juga dimungkinkan karena perbedaan perlakuan hanya pada sumber belajar. Sedangkan untuk aktivitas pembelajaran, semua kelas melakukan 1 kali tugas kelompok. Seharusnya untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi diperlukan kegiatan kelompok yang lebih banyak. Media

pembelajaran seharusnya lebih banyak tugas kelompok dibandingkan tugas individu.

### Profil Peserta Didik

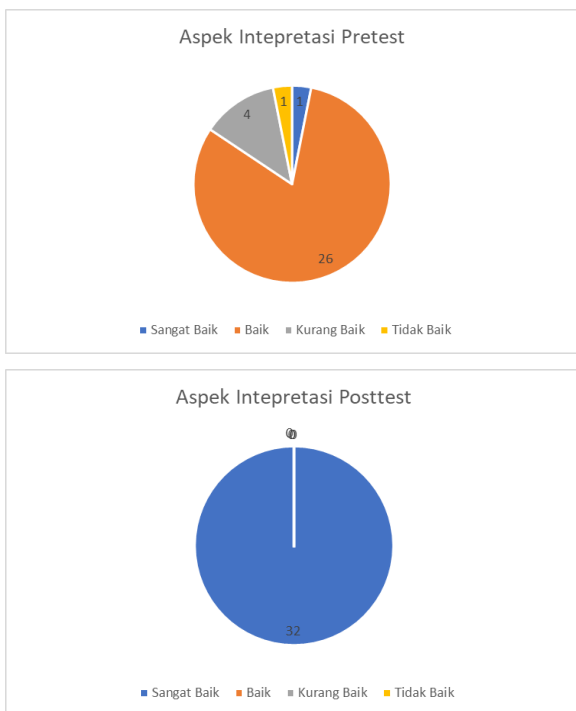
Untuk mengetahui profil pemahaman konsep dan kemampuan kolaborasi peserta didik setelah pembelajaran akan dibahas nilai rata rata dan kategori perolehan peserta didik untuk setiap aspek pemahaman konsep dan kemampuan kolaborasi. Berikut pembahasan analisis yang telah dilakukan:

Terdapat 3 aspek pemahaman konsep yaitu translasi, interpretasi, dan ekstrapolasi. Untuk aspek translasi tidak dapat dianalisis datanya karena butir yang digunakan untuk menguji tidak valid. Aspek translasi menjadi keterbatasan penelitian dan dijadikan sebagai saran penelitian selanjutnya. Sehingga hanya aspek interpretasi dan ekstrapolasi yang dianalisis. Analisis untuk aspek pemahaman konsep digambarkan pada grafik berikut:



Gambar 7. Grafik Pemahaman Konsep Per Aspek

Diperoleh nilai rata-rata pretest untuk aspek interpretasi sebesar 2,84 atau dalam kategori kurang baik. Setelah pembelajaran nilai ini meningkat dan diperoleh nilai rata-rata posttest untuk aspek interpretasi sebesar 4,91 atau dalam kategori sangat baik. Hal ini juga didukung dengan perolehan kategori aspek interpretasi peserta didik. Dari data soal pretest pemahaman konsep, diketahui 6 peserta didik dengan kategori sangat baik, 24 peserta didik dengan kategori baik, 1 peserta didik dengan kategori kurang baik, dan 1 peserta didik dengan kategori tidak baik. Setelah pembelajaran aspek interpretasi meningkat menjadi 32 peserta didik berada dalam kategori sangat baik. Temuan ini sesuai dengan effect size yang didapatkan bahwa terdapat perubahan positif yang tinggi terhadap pemahaman konsep terutama aspek interpretasi. Berikut disajikan grafik perolehan kategori aspek interpretasi peserta didik



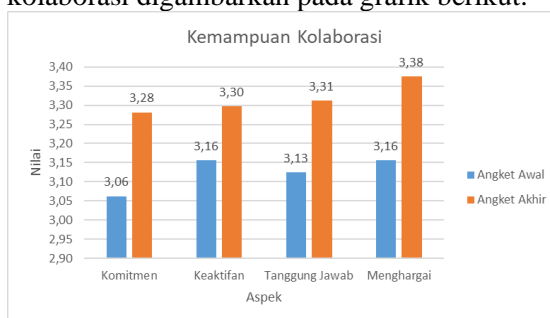
Gambar 8. Grafik Aspek Interpretasi

Diperoleh nilai rata-rata pretest untuk aspek ekstrapolasi sebesar 2,06 atau dalam kategori kurang baik. Setelah pembelajaran nilai ini meningkat dan diperoleh nilai rata-rata posttest untuk aspek ekstrapolasi sebesar 4,22 atau dalam kategori sangat baik. Hal ini juga didukung dengan perolehan kategori aspek ekstrapolasi peserta didik. Dari data soal pretest pemahaman konsep, diketahui 7 peserta didik dengan kategori baik, 20 peserta didik dengan kategori kurang baik, dan 5 peserta didik dengan kategori tidak baik. Setelah pembelajaran aspek interpretasi meningkat menjadi 30 peserta didik berada dalam kategori sangat baik dan 2 peserta didik dengan kategori kurang baik. Temuan ini sesuai dengan effect size yang didapatkan bahwa terdapat perubahan positif yang tinggi terhadap pemahaman konsep terutama aspek ekstrapolasi. Berikut disajikan grafik perolehan kategori aspek ekstrapolasi peserta didik:



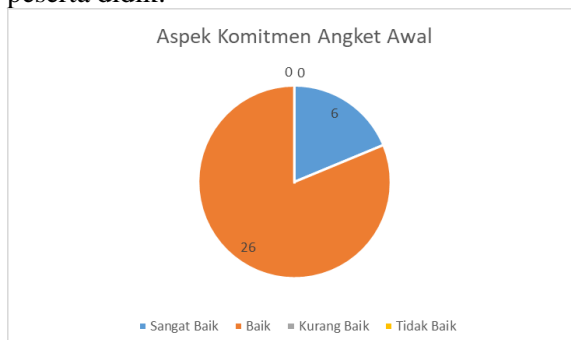
Gambar 9. Grafik Aspek Ekstrapolasi

Terdapat 4 aspek kemampuan kolaborasi yaitu komitmen, keaktifan, tanggung jawab, dan menghargai. Analisis untuk aspek kemampuan kolaborasi digambarkan pada grafik berikut:



Gambar 10. Grafik Kemampuan Kolaborasi Per Aspek

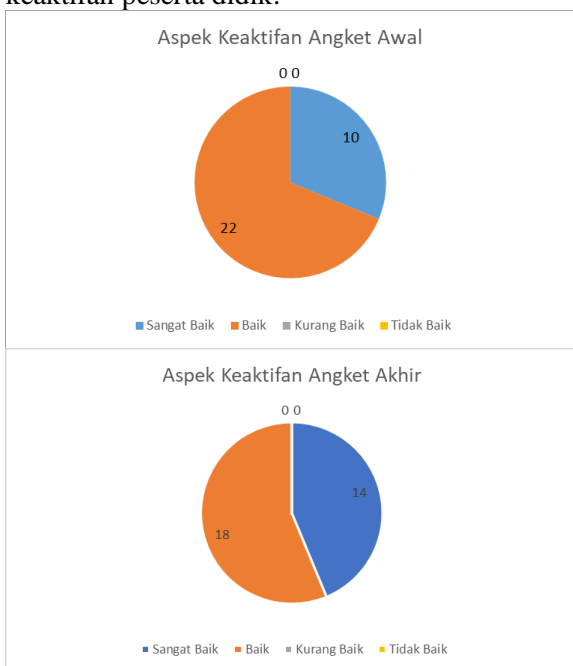
Diperoleh nilai rata-rata pretest untuk aspek komitmen sebesar 3,06 atau dalam kategori baik. Setelah pembelajaran nilai ini meningkat dan diperoleh nilai rata-rata posttest untuk aspek komitmen sebesar 3,28 atau dalam kategori sangat baik. Hal ini juga didukung dengan perolehan kategori aspek komitmen peserta didik. Dari data angket awal kemampuan kolaborasi, diketahui 6 peserta didik dengan kategori sangat baik dan 26 peserta didik dengan kategori baik. Setelah pembelajaran aspek komitmen meningkat dimana 14 peserta didik dalam kategori sangat baik, 17 peserta didik berada dalam kategori baik, dan 1 peserta didik dengan kategori kurang baik. Berikut disajikan grafik perolehan kategori aspek komitmen peserta didik:





Gambar 11. Grafik Aspek Komitmen

Diperoleh nilai rata-rata pretest untuk aspek keaktifan sebesar 3,16 atau dalam kategori baik. Setelah pembelajaran nilai ini meningkat dan diperoleh nilai rata-rata posttest untuk aspek keaktifan sebesar 3,30 atau dalam kategori sangat baik. Hal ini juga didukung dengan perolehan kategori aspek keaktifan peserta didik. Dari data angket awal kemampuan kolaborasi, diketahui 10 peserta didik dengan kategori sangat baik dan 22 peserta didik dengan kategori baik. Setelah pembelajaran aspek keaktifan meningkat dimana 14 peserta didik berada dalam kategori sangat baik dan 19 peserta didik dengan kategori baik. Berikut disajikan grafik perolehan kategori aspek keaktifan peserta didik:



Gambar 12. Grafik Aspek Keaktifan

Diperoleh nilai rata-rata pretest untuk aspek tanggung jawab sebesar 3,13 atau dalam kategori baik. Setelah pembelajaran nilai ini meningkat dan diperoleh nilai rata-rata posttest untuk aspek tanggung jawab sebesar 3,31 atau dalam kategori sangat baik. Hal ini juga didukung dengan perolehan kategori aspek tanggung jawab peserta didik. Dari data angket awal kemampuan kolaborasi, diketahui 8 peserta didik dengan kategori sangat baik, 23 peserta didik dengan kategori baik, dan 1 peserta didik dengan kategori kurang baik. Setelah pembelajaran aspek tanggung jawab meningkat dimana 13 peserta didik berada dalam kategori sangat baik dan 19 peserta didik dengan kategori baik. Berikut disajikan grafik perolehan kategori aspek tanggung jawab peserta didik:

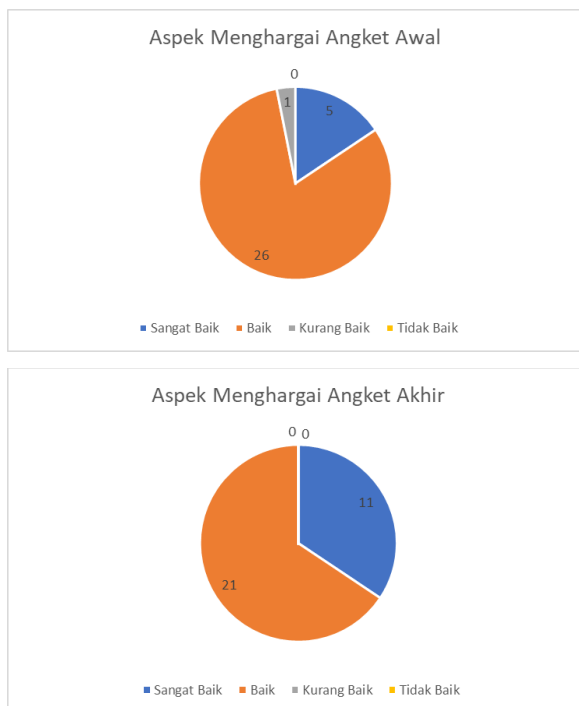
kategori sangat baik, 23 peserta didik dengan kategori baik dan 1 peserta didik dengan kategori tidak baik. Setelah pembelajaran aspek keaktifan meningkat dimana 13 peserta didik berada dalam kategori sangat baik dan 19 peserta didik dengan kategori baik. Berikut disajikan grafik perolehan kategori aspek tanggung jawab peserta didik:



Gambar 13. Grafik Aspek Tanggung Jawab

Diperoleh nilai rata-rata pretest untuk aspek menghargai sebesar 3,13 atau dalam kategori baik. Setelah pembelajaran nilai ini meningkat dan diperoleh nilai rata-rata posttest untuk aspek menghargai sebesar 3,34 atau dalam kategori sangat baik. Hal ini juga didukung dengan perolehan kategori aspek menghargai peserta didik. Dari data angket awal kemampuan kolaborasi, diketahui 5 peserta didik dengan kategori sangat baik, 26 peserta didik dengan kategori baik, dan 1 peserta didik dengan kategori kurang baik. Setelah pembelajaran aspek menghargai meningkat dimana 11 peserta didik berada dalam kategori sangat baik dan 21 peserta didik dengan kategori baik. Berikut disajikan grafik perolehan kategori aspek menghargai peserta didik:





Gambar 14. Grafik Aspek Menghargai

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukan bahwa: (1) E-modul dinamika partikel model guided discovery learning berbasis STEM menggunakan prosedur pengembangan model 4D yang meliputi: define, design, develop, dan disseminate, (2) Produk hasil pengembangan e-modul dinamika partikel model guided discovery learning berbasis STEM yang dikembangkan telah dinyatakan layak digunakan karena telah memenuhi skor validasi 3,25 atau dalam kategori sangat baik, dan (3) produk hasil pengembangan e-modul dinamika partikel model guided discovery learning berbasis STEM mampu meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik dengan gain ternormalisasi sebesar 0,81 atau kategori tinggi dan meningkatkan kemampuan kolaborasi peserta didik dengan gain ternormalisasi sebesar 0,19 atau kategori rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arafah, K. (2020). The Effect of Guided Discovery Method and Learning Interest on Students' Understanding of Physics Concepts. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 147–154. <https://doi.org/10.26618/jpf.v8i2.3259>
- Ate, O., Sundaygara, C., & Pranata, K. B. (2022). Pengembangan Buku Ajar Berbasis PjBL dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Fluida Statis Kelas XI SMA. *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 4(4), 246–255.
- Cholis, M. R. N., & Yulianti, D. (2020). Pembelajaran Fisika Berbasis Science Technology Engineering And Mathematics (STEM) Untuk Mengembangkan Keterampilan Kolaborasi. *Unnes Physics Education Journal*, 9(3), 249–255.
- Faradhillah, F., Marhami, M., & Hadiya, I. (2021). Application of Discovery Learning Models To Improve Conceptual Mastery of Newton Force And Law. *IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 3(1), 69. <https://doi.org/10.29300/ijisedu.v3i1.4174>
- Hamzah, M., & Mahmudah, N. K. (2012). PENGARUH AKTIVITAS BELAJAR TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA SISWA di MTs.SALAFIYAH KOTA CIREBON. *Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*, 1(2). <https://doi.org/10.24235/eduma.v1i2.293>
- Kurniawan, R., & Arief, A. (2015). Identifikasi Miskonsepsi Hukum Newton Tentang Gerak Bagi Siswa Sekolah Menengah Atas Di Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 04(02), 1–3.
- Mardapi, D. (2017). Pengukuran, penilaian dan evaluasi pendidikan. Yogyakarta: Parama Publishing.
- Maulidar, N., Yusrizal, Y., & Halim, A. (2016). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Guided Discovery Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Dan Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa Smp Pada Materi Kemagnetan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(2), 69–75.
- Petersen, K. (2014). *Understanding the Laws of Motion*. United States: Cavendish Square Publishing LLC.
- Republik Indonesia. (2003). Undang-Undang Republik Indonesia No 20 tahun 2003, tentang sistem pendidikan nasional.
- Republik Indonesia. (2018). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2018, tentang perubahan atas peraturan menteri pendidikan dan kebudayaan nomor 24

tahun 2016 tentang kompetensi inti dan kompetensi dasar pelajaran pada kurikulum 2013 pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah.

Serway, R. A., & Vuille, C. (2018). *College Physics*, Eleventh Edition. United States: Cengage Learning.

Setyabudi, L. D., & Rosdiana, L. (2020). Identifikasi Miskonsepsi Materi Hukum Newton Menggunakan Certainty of Response Index (CRI) pada Siswa Kelas VIII SMP. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 8(3), 340–345.

Sofiyana, M. S., (2022). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi

Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi dan perubahan konsep dalam pendidikan fisika*. Jakarta: Grasindo.

Syafii, I. (2022). PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN DISCOVERY LEARNING TERHADAP KETERAMPILAN KOLABORASI SISWA PADA MATERI LARUTAN

PENYANGGA. *Jurnal Pendidikan Indonesia: Teori, Penelitian, Dan Inovasi*, 2(5). <https://doi.org/10.59818/jpi.v2i5.340>

Thiagarajan, S., Semme D. S., & Semmel M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teacher of Exceptional Children*. Washington DC: National Center for Improvement Educational System.

Trianto. (2010). *Model Pembelajaran Terpadu, Konsep, Strategi dan Implementasinya dalam KTSP*. Jakarta: Bumi Aksara

Trilling, B., Fadel, C. (2012). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. United Kingdom: Wiley.

Young, H. D., Freedman, R. A. (2019). *Fifteenth Edition in SI Unit. United University Physic, with Modern Physics*, Kingdom: Pearson Education Limited.

Zulvita, Halim, A., & Kasli, E. (2017). Identifikasi dan remediasi miskonsepsi konsep hukum newton dengan menggunakan metode eksperimen di man darussalam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pendidikan Fisika*, 2(1), 128–134.

#### **PROFIL SINGKAT**

Naufal Rafiif Nafiyanto merupakan mahasiswa Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) dengan bidang studi Pendidikan Fisika. Lahir di sleman pada tahun 2001.